



INSTITUTO
SUPERIOR DE
AGRONOMIA
Universidade de Lisboa



Identificação do género *Striga* em Angola

Combate de *Striga asiatica* em milho

TESE APRESENTADA NESTE INSTITUTO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM ENGENHARIA AGRONÓMICA

António Chicapa Dovala

Orientador

Doutora Ana Maria da Silva Monteiro
Professora Auxiliar com agregação;

Co-orientadores

Doutora Maria Cristina Duarte
Diretora do
Jardim Botânico Tropical,
Instituto de Investigação Científica
Tropical,
Lisboa;
Professor Ilídio do Rosário dos
Santos Moreira†
Professor Catedrático Emérito
Instituto Superior de Agronomia da
Universidade de Lisboa.

Juri

Presidente

Reitor da Universidade de Lisboa

Vogais

Doutor José Carlos Augusta da Costa
Professor Associado com agregação
Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;
Doutora Ana Maria da Silva Monteiro
Professora Auxiliar com agregação
Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;
Doutora Imaculada da Conceição Ferreira Henriques
Professora Auxiliar
Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade José
Eduardo dos Santos, Huambo, Angola;
Doutora Isabel Maria da Silva Monteiro Miranda Calha
Investigadora Auxiliar
Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária I.P;
Doutor João Martim de Portugal e Vasconcelos Fernandes
Professor Adjunto
Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja.

LISBOA

2014

U LISBOA

**UNIVERSIDADE
DE LISBOA**

Ao João (John)

Pedro

Inácio

Aida

Josefina

Ivan

Carolina

Anabela Livulu siga os passos

Agradecimentos

Um barco sem destino não precisa de bons ventos. Na vida, para ir tão longe quanto possível é uma oportunidade, o segredo é descobrir quem indica o caminho. O presente doutoramento fi-lo para, mais uma vez, colocar à luz do conhecimento os problemas socioeconómicos, que têm sido causados pela pandemia de *Striga asiatica* no seio das famílias pobres e humildes tendo como base de alimentação e rendimento o milho. *Striga* em latim significa “hag” ou “witch” (= bruxo ou feiticeiro), em “umbundu” significa “onguelia” (= onça come; ongue = onça e lia = come).

Portanto, a palavra “onguelia” está associada à voracidade, à grandes destruições, grandes desgraças, grandes dizimações de campos de milho, de há muito. Fi-lo porque senão seria mais um problema adiado. «É melhor ter uma ideia de *Striga*, ainda que aproximada, do que esperar indefinidamente por um conhecimento seguro...». Assim, permitam-me exprimir a minha profunda gratidão ao elevado número de pessoas e instituições que apoiaram e colaboraram no presente trabalho, em particular aquelas que aprovaram e aceitaram a orientação do problemático tema *Striga*.

Antes de mais quero agradecer a Deus Todo-Poderoso por me dar vida, saúde, força e sabedoria que permitiram a realização da presente dissertação. O mais importante de tudo é a vida e eu “*pereceria sem dúvidas se não cresse que veria a bondade do SENHOR na terra dos viventes*”.

Permitam-me agradecer à Professora Doutora Ana Maria Monteiro, a minha sábia, incansável e paciente Orientadora com muita mestria e imaginação. Momentos nebulosos não faltaram, em que parecia tudo perdido, em particular no período da crise dos prazos da entrega das teses provisórias. Ela sempre soube motivar-me e sistematizar o programa da minha dissertação de acordo com a verdadeira realidade. Agradecê-la pela incansável orientação científica, pelo rigor na ciência, pela revisão crítica dos artigos publicados na Revista das Ciências Agrárias da SCAP (Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal), pelos profícuos comentários, esclarecimentos, opiniões e sugestões, pela cedência e indicação de bibliografia relevante para a temática analisada e pelo permanente incentivo que, por vezes, se tornaram decisivos em determinados momentos da elaboração desta tese. Foi muito gratificante tê-la como Orientadora e contamos com ela nos trabalhos futuros, na vida profissional.

Deixem-me expressar a minha profunda gratidão e singela homenagem ao saudoso Professor Catedrático Emérito Ilídio do Rosário dos Santos Moreira (*in memoriam*), Professor e Coorientador, que desde o Lubango soube explorar a minha mentalidade de Regente Agrícola. Em seguida, despercebidamente, pôde levar-me a graus académicos nunca por mim sonhados. Com ele aprendi a amar a natureza e a sua biodiversidade, bem como a “soberania alimentar” e paixão pela investigação; abriu e indicou-me o caminho rumo à comunidade científica internacional.

A minha gratidão à Doutora Maria Cristina Duarte, Directora do Jardim Botânico Tropical, Instituto de Investigação Científica Tropical, minha Coorientadora, por me ter recebido carinhosamente no LISC e ter proporcionado o acesso a todos Herbários portugueses sem restrições (LISC, LISU, COI); quero agradecer os conhecimentos transmitidos com muita mestria, encorajamento, amizade e principalmente por aceitar a minha escrita em taxonomia. Foi muito gratificante tê-la como Coorientadora. Apenas constitui ponto de partida, pois com ela contamos nos trabalhos futuros. Agradecemos ainda a autorização para reproduzir ilustrações dos espécimes do género *Striga* do Herbário LISC.

Maria Fernanda Pinto Basto, aposentada do Herbário LISC, a quem devo todo o conhecimento prático sobre taxonomia. Fica a minha admiração como maestra, mestre e amiga. Soube moldar a minha mente de lavrador para taxonomia. Dela espero *beber* mais conhecimentos. O conhecimento prático é insubstituível! Muito obrigado pelo profissionalismo, pela total disponibilidade que sempre revelou para comigo, pela sincera amizade e qualidades de convivência humana irrepreensíveis.

Aos Investigadores Dr. Eurico Sampaio Martins e Dra. Maria Adélia Dinis, marido e esposa, ambos do Centro de Botânica do Instituto de Investigação Científica Tropical de Lisboa, quero agradecer a disponibilidade, paciência, amizade, orientação na consulta bibliográfica relevante e na escrita, esclarecimentos prestados, apoio e valiosas contribuições na identificação de plantas de *Striga*.

Quero agradecer à Senhora Professora Catedrática Maria Manuela Costa Neves Figueiredo, do ISA, pelas centenas de horas despendidas na motivação e transformação da mente dura até criar paixão pela estatística, apoio na análise de dados e transmissão de conhecimentos no âmbito da biometria, pela amizade e forma simpática como fomos tratados.

Quero Agradecer ao Professor Catedrático Doutor Pedro Manuel Leão Rodrigues de Sousa, pelos conhecimentos transmitidos, pela sua disponibilidade e colaboração, pelo seu incentivo, amizade e por possibilitar a realização do “Programa de Apoio à Formação Avançada de Quadros do Ministério da Agricultura da República de Angola”. Apesar de obstáculos de várias ordens, assumiu-se como verdadeiro dono do Programa. Foi assim que de mãos dadas com o Coordenador do Programa pela parte angolana, Doutor João Ferreira Neto, o Programa funcionou e está a terminar com sucesso.

O meu apreço ao Doutor João Ferreira Neto, Coordenador do Programa pela parte Angolana, cujo desempenho pessoal, profissionalismo, imaginação, imparcialidade, humanismo e sua cooperação com o Professor Pedro Leão, permitiu que a minha formação fosse bem-sucedida. A organização do encontro da delegação dos Professores/Orientadores, chefiada pelo Prof. Catedrático Emérito Ilídio Moreira, com Sua Excelência o Ministro da Agricultura, em pleno sábado, foi determinante para o sucesso da nossa formação. As relações humanas muitas vezes sobrepõem-se à diplomacia.

Ao Presidente do Conselho de Gestão do Instituto Superior de Agronomia (ISA) da Universidade de Lisboa (UL), Professor Doutor Carlos José de Almeida Noéme, quero agradecer a autorização e permissão de realização das dissertações no ISA e facilidades concedidas.

Ao Professor Associado Augusto Manuel Nogueira Correia, do ISA, pelos apoios multiformes durante a nossa permanência em Portugal, conhecimentos transmitidos, motivação, facilidades na abertura de novos horizontes e amizade.

Ao Senhor Professor Catedrático Raul Filipe Xisto Bruno de Sousa e ao Investigador Dias Nogueira, pelas oportunidades que nos deram de participar de eventos, visitas de estudos, colóquios, bem como na transmissão de conhecimentos, entusiasmo e amizade.

À Doutora Leandra Rodrigues todo o apoio laboratorial no estudo preliminar (dados não apresentados) sobre a caracterização molecular de populações de *Striga asiatica*.

Ao Doutor Tiago Monteiro o apoio incondicional na elaboração dos mapas de distribuição de *Striga* em Angola.

Ao Eng^o. Agron. Joaquim César, ex-Director do IIA, expressamos o nosso apreço pela constante partilha de conhecimento e experiência, valiosas contribuições nos trabalhos relacionados com a georreferenciação e também na elaboração dos mapas de distribuição de *Striga* em Angola, bem como na motivação quanto ao programa global colaborativo de investigação de *Striga*.

Um agradecimento muito especial ao colega Samuel Aleluia Chinga que para além de tudo, amavelmente aceitou contribuir com o seu saber na correcção do pdf, versão final, da presente dissertação.

Ao Doutor Nicolau Caneta, quero agradecer a amável cedência de sementes de *Cajanus cajan*, *Mucuna*, *Tephrosia* e *Tripsacum*, bem como pelo apoio incondicional prestado.

Aos Professores José Carlos Augusta da Costa, do ISA, quero agradecer pela correcção crítica do capítulo de Taxonomia, profícuos comentários, esclarecimentos, opiniões e sugestões, amizade e boas qualidades de convivência humana.

Ao Doutor Nuno Costa e Engenheira Teresa Vasconcelos, queremos expressar a nossa gratidão e admiração pelo ambiente de trabalho proporcionado, franca camaradagem, permanente espírito de colaboração e cedência bibliográfica.

À Direcção do Herbário da Faculdade de Ciências de Lisboa (LISU), quero agradecer a forma carinhosa como fui tratado, a disponibilização, sem restrições, de material herborizado e pelo apoio e orientação na consulta do material.

Quero agradecer à Professora Associada, Maria de Fátima Sales da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra, a disponibilidade, paciência e carinho com que me recebeu no Herbário COI.

À Senhora Maria Manuela de Sousa e Santos, Técnica do Herbário COI, quero agradecer a disponibilidade, paciência, apoio e orientação na consulta de espécimes de *Striga* conservados naquele Herbário.

Ao Professor Doutor Jorge Américo Rodrigues Paiva, Investigador Principal Aposentado da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra, quero agradecer a disponibilidade, paciência, amizade, apoio e orientação na consulta de espécimes, bem como as valiosas contribuições nos trabalhos relacionados com a determinação de plantas de *Striga*.

Uma palavra especial de agradecimento é devida a Sua Excelência o Ministro da Agricultura, Eng.º Afonso Pedro Canga, por ter autorizado, incentivado, acompanhado e disponibilizado apoio incondicional para realização da presente dissertação; quero agradecer as oportunidades que me deu de participar em eventos, nacionais e internacionais. O facto de Sua Excelência o Senhor Ministro ter recebido a delegação dos nossos Professores/Orientadores, chefiada pelo Prof. Catedrático Emérito Ilídio Moreira, em pleno sábado, foi determinante para o sucesso da nossa formação.

Ao Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento (IPAD) pelo financiamento do Programa de Apoio à Formação Avançada de Quadros do Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural da República de Angola.

Ao Instituto Nacional de Bolsas de Estudo (INABE) de Angola e Sector de Estudantes da Embaixada de Angola, quero agradecer a bolsa concedida, excelentes relações humanas estabelecidas e pelo todo apoio prestado.

A Sua Excelência o Embaixador de Angola na Costa de Marfim e ex-Ministro da Agricultura e do Desenvolvimento Rural, Engenheiro Gilberto Buta Lutucuta (o *Formador*), fica o nosso apreço, gratidão e admiração, pela visão ímpar, permanente e futura em acções de formação, bem como pela dinâmica imprimida no âmbito do programa de formação pós-graduada avançada dos quadros do Ministério da Agricultura.

A Sua Excelência o Chefe do EMG-FAA, o General do Exército, Geraldo Sachipengo Nunda, quero agradecer, de forma especial, pela ajuda e apoio determinante nos momentos de maior aflição, a confiança depositada em mim e o sentido de responsabilidade que me incutiu, bem como a transmissão de força da cultura académica que herdamos dos nossos pais.

À Sua Excelência o Secretário do Estado da Agricultura, Eng.º Agrónomo José Amaro Tati e ao Senhor Prata Júnior, Secretário-Geral do Ministério da Agricultura, agradeço todo o auxílio e apoio, manifestados ao longo da nossa dissertação.

À Doutora Elizabeth de Matos, Presidente do Conselho dos Recursos Fitogenéticos em Angola, quero agradecer o encorajamento para prosseguir com os trabalhos sobre *Striga*, ter colocada à nossa disposição todo seu conhecimento e bibliografia relevante sobre *Striga* em Angola e no Mundo. Teve, ainda, que trazer do Quénia sementes de *Desmodium intortum* e *D. ucinatum*, solicitadas por ela e cedidas,

amavelmente, pelo Director geral do ICIPE, com as quais temos trabalhado até a presente data.

Aos Digníssimos Professores Associados Carlos Manuel de Almeida Cabral, Raul da Fonseca Fernandes e Francisco Manuel Souto Gonçalves de Abreu, bem como o Prof. Doutor Fernando Girão, pelo apoio, encorajamento, amizade e transmissão de conhecimentos.

Aos Professores Catedráticos Fernando Silva de Oliveira Baptista e Ernesto José de Melo Pestana de Vasconcelos, pelo apoio prestado, literatura fornecida, encorajamento, amizade e transmissão de conhecimento.

Ao Doutor Luís Catarino, Paula Branco, Susana Matos e a todos os funcionários do Herbário LISC, quero agradecer pela forma simpática como fui tratado, cedência de literatura especializada, permanente espírito de colaboração e apoio incondicional.

Um agradecimento especial endereço à Senhora Ana Cristina Félix (“Madrinha do curso”), Secretária do Conselho Científico do ISA, pelo apoio e dedicação incondicional, amizade, carinho e a força que me transmitiu ao longo destes anos deram-me alento para concluir a tese. Fui um privilegiado.

Quero agradecer aos Professores Doutores Lytton John Musselman e Kamal Mohamed, pela minha admissão no projecto *Global Collaborative Striga Research* (Kamal Mohamed, Jay Bolin, António Chicapa Dovala, Fasil Reda, Matt Estep, Kushan Tennakoon, Jagat Ranjit), fornecimento de literatura especializada incluindo protocolos para determinação de plantas de *Striga*.

Ao Doutor Fred Kanampiu do CIMMYT_Kenya e Doutor Cosmo Morongoso do CIMMYT-Zimbabwe, quero agradecer o fornecimento de milho revestido com herbicida imazapir e suporte financeiro para a condução dos ensaios, incluindo as visitas aos campos infestados de *Striga* no Kenya.

Ao Doutor Robison Buruchara, Coordenador do CIAT-África e Doutor Rowland Chirwa, Coordenador do CIAT-África Austral, quero agradecer o suporte financeiro das visitas aos campos infestados de *Striga* no Malawi, Tanzania e Uganda.

Ao Professor Doutor Widders Irvin, Director Geral do CRSP, financiado pela USAID, Universidade de Michigan, o suporte financeiro das visitas aos campos infestados de *Striga* no Rwanda, bem como ao Professor Doutor James Beaver da Universidade do Porto Rico e do CRSP, pelo apoio incondicional prestado e conhecimentos transmitidos.

Aos Investigadores Coordenadores, Aposentados, Doutel Serafim, Soveral Dias, Dias Nogueira, Óscar de Sequeira, Constantino de Sequeira, nossas bibliotecas vivas sobre agricultura angolana, a nossa merecida gratidão pelo espírito ingente de solidariedade com os quadros dos PALOP e envolvimento directo no programa de formação de quadros angolanos, desde a independência de Angola.

A Sua Revendíssima o Pastor Henrique Etaungo Daniel e Senhor Super-Indentente Chefe, Empresário Agropecuário Manuel Vinevala, quero agradecer a amizade, simpatia e conhecimentos, sobre *Striga*, gentilmente transmitidos.

Quero agradecer aos Senhores Eng^o. Agron. Fernando Pacheco, Eng^o. Agron. Walter Viegas, Eng^o. Agron. Benjamim Castelo, Eng^o. Agron. Carlos Figueiredo, bem como ao Prof. Dr. João Serôdio e Dr. António Joaquim Russo, o permanente espírito de colaboração, iniciativas na identificação e resolução dos problemas do mundo rural angolano.

À Direcção do Instituto de Investigação Agronómica por nos autorizar realizar os trabalhos de preparação do doutoramento sem prejuízos financeiros e pelo apoio prestado.

Quero agradecer aos meus amigos e colegas, Dr. Adelino António, Dr. Justinio Jerónimo, Eng^o. Agron. Pedro Quartin, Eng^o. Agron. Sili Mateus, Eng^o. Agron. Alberto Feliciano, Eng^o. Agron. Gregório Gongolo, Eng^o. Agron. Deolindo Silva, Eng^o. Zootécnico Rodrigo Correia, Eng^o. Joaquim Cruz, Eng^o. Químico Americo Chimina, Eng^o. Agron. Amdeu Sambongue (*in memoriam*), que souberam entender o meu isolamento, distanciamento necessário e continuaram ao meu lado, apesar de tudo.

Aos meus colegas de doutoramento, Agostinho Tchivange, Joaquim César, João Francisco Cardoso, Aleluia Chinga, Alves Primo, Pascoal Muhondo, António Neto, Mateus Manuel, Ribeiro António, quero agradecer o espírito de colaboração manifestado, solidariedade, amizade e permanente espírito de ajuda mútua.

Aos colegas, Eng^o. Felizardo de Almeida, Eng^a. Luzia Baptista, Eng^a. Paula Ndala, Tec. Sup. Teresa Buta, Eng^a. Teresa Mussivi, Eng^o. Nginamau Mário, Eng^o. Vuvu, Eng^o. Oscar; Técnicos Francisco Elias Saiengue e João Chiuca; mais velhos Júnior Vidro (*in memoriam*) da Menga e Carlos Chikundia-kundia da Chiteta-Bailundo, Técnicos das EDAs, quero agradecer a vossa participação e colaboração nas diversas fases dos trabalhos de estufa, campo incluindo deslocações fatigantes a

centenas de quilómetros, mediação no diálogo com as comunidades e cedência de terrenos. Na vossa ausência este trabalho não teria sido possível.

Quero agradecer aos Chefes das Estações Experimentações do IIA, nomeadamente, Doutor Eduardo Gomes, Eng^o Abel Adolfo Tomaz, Eng^o. Agrónomos António Castame Francisco, Alberto Feliciano Pedro, Jorge Muondo, Domingos Lambayala, pelos apoios prestados, amizade, simpatia e solidariedade.

Quero agradecer a todos os anónimos e não lembrados que, directa ou indirectamente, deram a sua contribuição para a realização deste trabalho.

À Minha Família, minha retaguarda segura, em especial o primo Romão Catengo e as primas «Eunice Nanguve Inácio, Josefina Fernando Casaco, Ernestina Mateus Chipuli, Dora Etaungo, as verdadeiras Mulheres de Mérito e do Bem, que têm dado à terra que nos viu a nascer a sua glória»; quero agradecer porque souberam entender o meu isolamento, mostraram-me a força da cultura angolana, impulsionaram-me a ir além dos medos e superar as angústias e, apesar disso, continuaram ao meu lado. Espero que esta etapa, que agora termino, possa, de alguma forma, retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que constantemente me oferecem.

Aos Meus bons irmãos: Cardoso Angolares, Nunes Carvalho Sanjambela, Pires Sambuende, António Quemba, José Chipitali; Minhas queridas manas: Luciana Gueve, Dofília Kanbundu, Rebeca Namasosi, Benita Chitula; Minhas irmãs: Debora Kuamba, Catarina Lussinga, Domiana Nassende, Lúcia Epuku; Saudosas Cassules do meu pai: Beatriz Chivaya, Belina Nachilenga, Paula Calesso, quero agradecer por todos os ensinamentos de vida, acreditarem naquilo que faço, terem conseguido demonstrar o apoio na caminhada e entender o distanciamento necessário porque sentiam o orgulho pelo caminho escolhido.

Finalmente à Carolina, Helena Henda, filhos, sobrinhos, em especial à Belita Chipau (*in memoriam*) e Arline Fernando Casaco (*in memoriam*), António Camalata (*in memoriam*), primos, aos quais roubei muitas horas ao seu convívio, que sem o seu afecto, paciência, generosidade e orgulho, que sentiam pelo caminho escolhido, este trabalho não teria terminado.

Resumo

Identificação do género Striga em Angola. Combate de Striga asiatica em milho

Striga asiatica constitui o principal constrangimento da produção do milho em Angola. A persistência de *S. asiatica* no banco de sementes do solo é longa, requer métodos de gestão que afetem quer a emergência quer as relações de parasitismo. A baixa fertilidade dos solos, designadamente fosforo e azoto, são outros fatores que afetam diretamente o rendimento do milho. Os objetivos deste estudo consistiram na identificação de espécimes de *Striga* herborizados em Herbários portugueses e recolhidos atualmente em Angola, na elaboração de chave dicotómica para táxones encontrados e mapa de sua distribuição, no desenvolvimento de estratégias de gestão de *S. asiatica* em milho, designadamente por recurso a consociação algumas espécies de leguminosas e gramíneas, adubações azotadas e sementes de milho revestidas por herbicida imazapir. Identificaram-se 11 espécies: *S. aequinoctialis*, *S. asiatica*, *S. bilabiata* ssp. *bilabiata*, *S. elegans*, *S. forbesii*, *S. gesnerioides*, *S. hermonthica*, *S. hirsuta*, *S. linearifolia*, *S. macrantha* e *S. strigosa* (synon. *S. angolensis*). O revestimento de milho-semente resistente ao imazapir foi efetivo no controlo de *Striga asiatica*. *Tripsacum* reduz rapidamente o banco de sementes de *Striga* no solo.

Palavras-chave: Taxonomia, azoto, consociação, leguminosas, *Tripsacum*

Abstract

Striga asiatica is the major constraints in maize (*Zea mays*) production in Angola. Since *S. asiatica* seedbanks are long-lived, control strategies that affect the seeds emergence and parasitism are necessary. Low soil fertility, namely phosphorus and nitrogen amount, is another factor that directly affects maize yield. Hence, this study aimed to: i) identify Angola *Striga* specimenes from portuguese Herbaria and collected nowadays in field surveys; ii) elaborate a dichotomic key to identify *Striga* species; iii) genus *Striga* distribution; iv) find *Striga asiatica* management strategies in maize, e.g. addition of nitrogen, several Fabaceae and *Tripsacum* intercropping, and herbicide control (imazapyr seed coating resistant maize). *Striga* species identified: *S. aequinoctialis*, *S. asiatica*, *S. bilabiata* ssp. *bilabiata*, *S. elegans*, *S. forbesii*, *S. gesnerioides*, *S. hermonthica*, *S. hirsuta*, *S. linearifolia* e *S. macrantha* e *S. strigosa* (synon. *S. angolensis*). *T. laxum* duplicated *S. asiatica* emergency comparatively to the maize. Reductions in the *S. asiatica* emergence were achieved with nitrogen addition, legumes intercropping and imazapyr. Maize yield increased with all tested control methods. Imazapyr was effective in controlling *S. asiatica* and *Tripsacum* rapidly reduces *Striga* seed bank in the soil.

Key words: Taxonomy, nitrogen, intercropping, Fabaceae, *Tripsacum*

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo	xi
Abstract	xiii
CAPÍTULO I	17
1 Introdução	19
1.1 Identificação e distribuição de plantas	21
1.2 Desintegração da Família <i>Scrophulariaceae</i>	24
1.3 Família <i>Orobanchaceae</i>	24
1.4 O Género <i>Striga</i> Lour.	26
1.5 Distribuição geográfica de <i>Striga asiatica</i>	29
1.6 Gestão de plantas parasitas	30
1.7 Objetivos gerais	38
1.8 Referências Bibliográficas	39
CAPÍTULO II	45
2 Impacto económico de <i>Striga asiatica</i> em Angola	47
2.1 Introdução	47
2.2 Materiais e Métodos	52
2.3 Resultados e Discussão	53
2.3.1 Percepção e importância de <i>Striga asiatica</i> em Angola	53
2.3.2 Produtividade do milho vs. Infestações por <i>Striga asiatica</i>	63
2.4 Referências Bibliográficas	68
CAPÍTULO III	71
3 Identificação e distribuição do género <i>Striga</i> em Angola	73
3.1 Introdução	73
3.2 Materiais e Métodos	79
3.3 Resultados e Discussão	82
3.4 Distribuição geográfica do género <i>Striga</i> em Angola	104
3.5 Chave de identificação das espécies de <i>Striga</i> assinaladas em Angola.....	106
3.6 Conclusões	119
3.7 Referências Bibliográficas	122
CAPÍTULO IV	127
4 Gestão de <i>Striga asiatica</i> em Angola	127

4.1 Controlo químico de <i>Striga asiatica</i> por recurso a sementes revestidas de milhos resistentes ao imazapir	129
4.2 Gestão de <i>Striga asiatica</i> em milho no Planalto Central de Angola – consociação com plantas-armadilha leguminosas e gramíneas	141
4.3 Influência do azoto amoniacal na emergência de <i>Striga asiatica</i> em milho (Planalto Central de Angola)	153
CAPÍTULO V	167
5 Conclusões Gerais	169
5.1 Identificação e distribuição do género <i>Striga</i> em Angola	169
5.2 Gestão e importância da parasita <i>Striga asiatica</i> em Angola	170
5.3 Perspectivas futuras	174

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

1 Introdução

Angola possui uma biodiversidade das mais ricas da região austral de África. Inventários exaustivos da biodiversidade numa determinada região geográfica são instrumentos fundamentais para quem planeia medidas de conservação e para outros utilizadores da informação sobre biodiversidade (Figueiredo e Smith, 2008). Pigafetta (1591) referiu que quando os portugueses chegaram ao Reino do Congo, que então incluía o atual norte de Angola, os seus habitantes tinha já uma vida sedentária, característica das sociedades que utilizam a agricultura. Cultivavam pelo menos três cereais, nomeadamente, capim-coracana “*oluco*” (*Eleusine corocana* (L.) Gaertn), sorgo “*massambala*” (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e milho-miúdo “*massango*” (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.).

As plantas do género *Striga* constituem hoje a maior barreira biológica para a produção de alimentos na África subsaariana. É um problema mais sério do que os insetos, pássaros e doenças das plantas (Atera *et al.*, 2013). Representam as plantas-parasita de raiz mais especializadas causando danos graves aos seus hospedeiros, privando-lhes de água, minerais e foto-assimilados (Ejeta, 2007; Parker, 2012).

A maior diversidade de espécies de *Striga* ocorre em pastagens naturais. No entanto, *S. asiatica* (L.) Kuntze, *S. hermonthica* (Delile) Benth., *S. forbessi* Benth, *S. aspera* (Willd.) Benth., ocorrem em terrenos cultivados parasitando cereais, designadamente milho (*Zea mays* L.), sorgo, milho-miúdo, capim-coracana, *Panicum* spp., *Digitaria* spp., arroz (*Oryza sativa* L.), arroz-de-sequeiro (*O. glaberrima* Steud.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). Enquanto *S. gesnerioides* dizima hospedeiros de folhas largas, principalmente espécies de *Fabaceae*, como feijão-macunde [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] e amendoim (*Arachis hypogaea* L.), bem como *Convolvulaceae*, caso de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) e *Solanaceae*, em particular o tabaco (*Nicotiana tabacum* L.; *Nicotiana benthamiana* Domin). Ainda fazem parte da gama de hospedeiros de *S. gesnerioides* alguns membros das famílias *Euphorbiaceae* e *Bignoniaceae* (Ejeta, 2007; Parker, 2012; Mass *et al.*, 2012; Atera *et al.*, 2013). Actualmente, mais de 50 milhões de hectares de terras aráveis, cultivadas com cereais e leguminosas na África subsaariana, estão infestados por uma ou mais espécies de *Striga*, resultando perdas de rendimento anual estimadas em mais

de 10 bilhões de dólares americanos. Os prejuízos anuais podem variar de 15% a 100% do rendimento das culturas, dependendo da severidade de infestação, fertilidade dos solos, condições agroclimáticas, susceptibilidade e tolerância/resistência das culturas (Ejeta, 2007; Scholes e Press, 2008; de Groote *et al.*, 2008; Parker, 2012; Ransom *et al.*, 2012; Bado *et al.*, 2012; Westwood *et al.*, 2012).

O problema de *Striga* tem sido uma das principais razões da produtividade das culturas continuar a manter-se abaixo dos limites de subsistência, deixando os pobres agricultores africanos numa situação sem saída, que apenas está piorando cada vez mais. Musselman, devotado botânico americano que tem dedicado toda a sua vida ao estudo de *Striga*, considera que a sua ocorrência é uma das causas do flagelo da fome em África. Para o mesmo autor, fascinado pelas plantas-parasita, a sua maioria tem origem africana e inclui alguns géneros responsáveis por graves perdas das culturas de subsistência, como *Striga* que leva as suas vítimas a viver, muitas vezes, abaixo dos limiares da sobrevivência (Mohamed e Musselman, 1997; Mohamed *et al.*, 2001).

Em Angola, a situação atual das infestações e culturas afetadas por espécies do género *Striga* não é bem conhecida, embora haja informações de que nas últimas décadas a sua incidência e propagação estejam a causar grandes preocupações no seio dos pequenos produtores de milho, no Planalto Central e regiões limítrofes. Todavia, nada indica que se tenha feito algum estudo exaustivo sobre a área colonizada por *Striga* nem sobre os táxones existentes, em Angola.

Espécimes de *Striga* colhidos em Angola datam do século XIX e primeira metade do século XX, com apenas uns poucos números das décadas de 60 e 70 do mesmo século. Embora encontrando-se num estado de conservação satisfatório, tanto nos herbários de Angola como do Centro de Botânica do Instituto de Investigação Científica Tropical (LISC), Universidade de Coimbra (COI) e da Faculdade de Ciências de Lisboa (LISU) de Portugal, nunca se procedeu a uma identificação completa dos táxones inventariados.

1.1 Identificação e distribuição de plantas

Com suporte nas anotações dos exemplares de herbários (LISC), (LISU) e (COI), foi o médico e botânico austríaco Friedrich Welwitsch quem primeiro identificou os espécimes do género *Striga*. Foram recolhidos nas atuais províncias de Luanda, Bengo, Cuanza Norte, Benguela e Huila. São do ano de chegada a Angola (1853) os primeiros números da sua coleção de plantas do género *Striga* e as notas nos seus livros de campo designadamente sobre *Striga orobanchoides* (R. Br.) Benth. [= *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke], parasita da espécie *Shutereaia bicolor* Choisy da família *Convolvulaceae* (Hiern, 1898). Até 1860, Welwitsch recolheu vários espécimes de *Striga* que hoje se encontram distribuídos por diversos herbários da Europa, África e América, muitos dos quais viriam a ser tipos. Como exemplo, *S. bilabiata* (Thunb.) Kuntze subsp. *bilabiata* = *Striga welwitschii* Engl., Bot. Jahrb. Syst. 23: 514, 12, fig. F, G. 1897 Type: Angola. *Welwitsch 5821/5820* (LISU!). Entre 1860 e 1900 são escassas as colheitas existentes e devem-se a Newton em 1883 e Anchieta em 1887. Todavia, há que destacar Hugo Baum, colector da Expedição ao Cunene-Zambeze (Kunene-Zambeze Expedition), que teve lugar em 1889-1900. Deixou Namibe a 11 de Agosto de 1889 em direcção ao leste, tendo atravessado as actuais províncias do Cunene e Cuando Cubango. Alcançou o rio Cuando em Março de 1900, tendo regressado ao Namibe onde chegou a 26 de Junho de 1900. Durante a expedição foram colhidos cerca de 1000 números, muitos dos quais viriam a ser tipos (Figueiredo e Smith, 2008). Dos registos de *Striga* pode ser dado o exemplo de *S. bilabiata* (Thunb.) Kuntze subsp. *bilabiata* = *Striga thunbergii* var. *grandiflora* Engl., in Baum-Kunene Samb. Exped. 369. 1903. Type: Angola. Longaminindung, *Baum 552* (COI!). Outrossim, o número Angola, Kuvango, 17-11-1899: *Baum 414* (COI!), pode testemunhar a passagem da Expedição ao Cunene-Zambeze pela actual provincia da Huila, pois Kuvango é um dos municípios daquela provincia angolana.

A segunda grande inventariação do género *Striga* foi efectuada pelo botânico e médico suíço John Gossweiler entre 1900 e 1950 (Good, 1930). Os primeiros números da sua colecção são de 1900, ano em que começou a trabalhar em

Angola. Até 1975 é extensa a lista de colectores que enriqueceram a botânica angolana (Figueiredo e Smith, 2008).

Mohamed e Mulsseman (1997), estudando espécies de *Striga* de origem africana, descreveram pela primeira vez uma espécie nova, típica de Angola, classificada como *Striga angolensis* Mohamed & Mulsseman. O material utilizado, na descrição da espécie tipo, encontra-se no herbário (MO) do Jardim Botânico de Missouri, em Missouri, EUA (Missouri Botanical Garden's Herbarium), com o registo *Striga angolensis* Mohamed & Musselman, Brittonia 49: 118-121. 1997. Type: Angola. Vila Luso, Rio Luena, 1-12-1932. *Young* 1365 (holotype, MO). Os mesmos autores examinaram ainda outros espécimes de Angola, sendo um deles Benguela, Catumbela: *Gossweiller* 3504 (K), cujo número correto é *Gossweiller* 3507 (LISC!).

Striga strigosa R.D. Good, Journal of Botany (Supplement II) 68: 120-121. 1930. Type: Angola. Cuando Cubango, Menongue, Vila Serpa Pinto, rio Cuebe, Cambambe, 15-11-1906. *Gossweiller* 3507 (type, BM), *Gossweiller* 3507 (syntype, LISC!), *Gossweiller* 3507 (lectotype, K).

Striga strigosa R.D. Good, Journal of Botany (Supplement II) 68: 120-121. 1930. Type: Angola. Angola, Cuando Cubango, Cuito Cuanavale, Vale do rio Cuiriri, 07.11.1906. *Gossweiller* 3915 (Type, BM), *Gossweiller* 3915 (syntype, LISC!), *Gossweiller* 3915 (lectotype, K).

Outros números identificados como *S. angolensis* por Mohamed & Musselman (1997) foram Benguela, Catumbela ou Malange, Gando, 1940: *Faulkner* A376 (K); Lunda Sul: 1932, *Young* 1261 (ODU); *Excel e Mendonça* 1353 (BM); Moxico: 1932 *Young* 1347 (BM), 1365 (MO); 1937, *Excel e Mendonça* 1529 (BM); 1940, *Milne-Redhead* 4161 (K). Alguns duplicados desses espécimes estão conservados em herbários portugueses, designadamente *Faulkner* A376 (COI!, LISU!); *Exell e Mendonça* 1353 (COI!), 1529 (COI!); bem como *Gossweiler* 3507 (LISC!, COI!) e *Gossweiler* 3515 (LISC!) considerados conspecíficos, isto é são a mesma espécie, *S. strigosa* (Good, 1930).

Mohamed e Mulsseman (1997) consideraram *S. angolensis* ser endémica das terras baixas alagadas e dos pastos pantanosos do Centro, bem como das Chanas do Leste de Angola e que, tal como para muitas espécies sem qualquer importância agronómica, os seus hospedeiros não foram reportados. Tendo

trabalhado com espécimes de numerosos colectores assume-se que era de ocorrência geral na região, todavia nunca foi colhida recentemente. Enquanto muitas espécies de *Striga* são plantas de regiões secas, *S. angolensis* faz parte do grupo de espécies de habitats húmidos como *S. latericea* Vatke, *S. forbesii* Benth e *S. junodii* Schinz.

Para Mohamed e Mulsseman (1997), Estep (2010) e, mais recentemente, Estep *et al.* (2012), *S. angolensis* está relacionada com *S. hallaei* A. Raynal, *S. dalzielli* Hutch., *S. klingii* (Engler) Skan e *S. macrantha* Benth., pois teriam derivado de uma única espécie, dentro da secção *Polipleurae*.

Mohamed e Mulsseman (1997) indicaram para Angola, além de *S. angolensis*, as seguintes espécies: *S. aequinoctialis* Chev. ex Hutch. e Dalz.; *Striga asiatica*, *S. bilabiata* (Thunb.) Kuntze subespécie *bilabiata*; *S. bilabiata* (Thunb.) Kuntze, subespécie. *linearifolia* (Schumach. e Thom.) Hepper; *S. elegans* Benth; *S. forbesii* Benth; *S. gesnerioides* (Willd.) Vatke; *S. hermonthica* (Del.) Benth.; *S. hirsuta* Benth.; *S. macrantha* Benth. Aqueles autores, consideraram-na ser a mais rica flora de *Striga* no sul da África, cito: “This is the richest *Striga* flora in southern Africa”. Apresentam grande diversidade entre e intraespecífica (Mohamed *et al.*, 2007). No entanto, a sua situação actual não é bem conhecida neste país, possivelmente, os colectores angolanos seriam em número muito reduzido ou ainda não estariam advertidos sobre a presença desta planta-parasita no seu país (Mohamed e Musselman, 1997; Mohamed *et al.*, 2001). Segundo estes autores um *conspectus* do género *Striga* sobre o continente africano é importante para servir de base e facilitar o trabalho de investigação, entre outros, a fim de permitir a determinação de novos problemas de plantas-parasita.

As prospecções de *Striga* em campos de milho, que nos últimos 5 anos foram realizadas em várias localidades das províncias do Bié, Benguela, Huambo, Huila e Kuanza Sul, confirmam a presença de severas infestações (Capítulo II). Na verdade, o conhecimento correto das áreas de maior ocorrência de *Striga* pode servir de ajuda muito importante para o planeamento da implementação de estratégias mais adequadas para a sua gestão.

1.2 Desintegração da Família *Scrophulariaceae*

Dentro de um número estimado de 4000 espécies de parasitas angiospérmicas, isto é, aproximadamente 1% de táxones conhecidos (Nickrent *et al.*, 1997), a maioria dos seus géneros pertencia à família de *Scrophulariaceae*. Esta família incluía plantas hemiparasitas, com vários graus de redução da capacidade fotossintética, bem como holoparasitas, totalmente desprovidos da função clorofilina. Recentemente, através de estudos com marcadores moleculares foi demonstrado ser a família *Scrophulariaceae* parafilética (Olmstead *et al.*, 2001; Bennett e Mathews, 2006).

A desintegração desta grande família tem alterado a circunscrição de várias pequenas famílias (Olmstead *et al.*, 2001), sendo a maior delas a das *Orobanchaceae* (Beck-Mannagetta, 1930). Por sua vez, esta também tem sido evidenciada ser polifilética, apesar de durante muito tempo ter sido considerada como família de espécies exclusivamente holoparasitas. Atualmente, os membros hemiparasitas e holoparasitas derivados da família *Scrophulariaceae* e as espécies não-parasitas do género *Lindenbergia*, originárias da Ásia oriental ou do norte de África formam um grupo monofilético reconhecido como *Orobanchaceae* (Young *et al.*, 1999; Olmstead *et al.*, 2001).

1.3 Família *Orobanchaceae*

Tradicionalmente, a família *Orobanchaceae* estava circunscrita apenas a géneros holoparasitas tais como *Orobanche*, *Epifagus*, e *Conopholis*. Táxones hemiparasitas eram classificadas com os não parasitas numa extensão de *Scrophulariaceae* (Bentham, 1846, 1876; von Wettstein, 1891). No entanto, esta classificação não resolvia adequadamente a questão de táxones holoparasitas como *Lathraea* e *Hyobanche*, que foram colocados em *Scrophulariaceae*, por alguns autores, devido à sua ginoecia bilocular e em *Orobanchaceae* por outros, em virtude da sua natureza holoparasítica (Boeshore, 1920; Kuijt, 1969). Também, houve autores que incluíram *Orobanchaceae* inteiramente dentro de *Scrophulariaceae* (Bellini, 1907). Mais recentemente, estas relações foram estudadas numa série de análises filogenéticas utilizando marcadores moleculares (de Pamphilis *et al.*, 1997; Nickrent *et al.*, 1998; Young *et al.*, 1999;

Young e de Pamphilis, 2000; Olmstead *et al.*, 2001; Wolfe *et al.*, 2005). Espécies Hemiparasitas, anteriormente colocadas em *Scrophulariaceae* subfamília *Rhinanthoideae* e *Orobanchaceae* ficou evidenciado que formam um único grupo monofilético.

Young *et al.* (1999) referiram que o parasitismo evoluiu uma única vez no grupo, tendo surgido por múltiplas origens independentes de holoparasitismo a partir de ancestrais hemiparasitas. *Lindenbergia philippensis*, cuja origem está ligada a um género constituído por 12 espécies de plantas-não-parasita do nordeste de África e Ásia (Hjertson, 1995), estava colocada na família *Scrophulariaceae*, subfamília *Antirrhinoideae* (von Wettstein, 1891). Este táxone foi recentemente incluído na família *Orobanchaceae* (Nickrent *et al.*, 1998; Young *et al.*, 1999; Young e de Pamphilis, 2000; Olmstead *et al.*, 2001). Outrossim, também tem sido demonstrado que espécies holoparasitas e hemiparasitas estão intimamente relacionadas, mas as múltiplas perdas independentes da capacidade fotossintética no grupo não sustentam a conclusão de Boeshore (1920) de que houve uma única degradação progressiva a partir de autotróficos, através de hemiparasitas para holoparasites.

Orobanchaceae constitui, morfologicamente, uma família diversificada de plantas herbáceas predominantemente parasitas. A maioria das suas espécies apresenta plantas-parasita facultativas, que podem realizar parcialmente a função fotossintética (hemiparasitas), ou obrigatórias totalmente dependente da planta hospedeira (holoparasitas). Alguns autores têm referido que dentro de *Orobanchaceae* o holoparasitismo tenha evoluído de forma independente, em pelo menos três casos (de Pamphilis *et al.*, 1997; Young *et al.*, 1999). Vários géneros, como *Striga*, *Alectra* e *Orobanche*, são parasitas problemáticas de culturas como cereais e leguminosas, particularmente nas regiões semi-áridas tropicais e subtropicais, onde podem reduzir significativamente os rendimentos das principais culturas (Riches e Parker, 1995).

A família *Orobanchaceae* apresenta ampla distribuição geográfica, incluindo, além das espécies das regiões semiáridas tropicais, outras de extremas latitudes do norte (*Pedicularis dasyantha* Hadac), endémicas para o Ártico, na Rússia - Europa (Odasz e Savolainen, 1996). Todavia, os principais centros de distribuição de *Orobanchaceae* são o Mediterrâneo, África austral e Oriental,

Himalaias, bem como a parte ocidental da América do Norte. Alguns géneros estão distribuídos ao longo de vários continentes, como *Euphrasia* L. (Europa, América do Norte e do Sul, Oceania), *Bartsia* L. (África, Europa, América do Norte e do Sul), *Buchnera* L. e *Melasma* P. Bergius. (África, Ásia, América do Norte e do Sul). Actualmente, cerca de uma centena de géneros, contendo aproximadamente 2061 espécies, estão incluídos na família *Orobanchaceae* (Nickrent, 2006). Assim, *Orobanchaceae* constitui a família botânica mais rica em espécies de plantas-parasita entre todas as famílias de angiospermas (Nickrent, 2006).

No seu *habitat* natural, as orobancáceas são plantas herbáceas, podendo ser hemiparasitas, com função fotossintética, mas ao mesmo tempo retirando água e nutrientes de hospedeiros que parasitam ou então são holoparasitas, (não realizam a fotossíntese) dependendo totalmente do hospedeiro. Possuem tricomas tectores ou glandulares, que podem ter coloração castanha, branca, amarela, púrpura ou roxa. Não possuem estípulas, têm folhas alternas ou opostas, simples, podendo ser inteiras ou lobadas. As inflorescências podem ser espigas, racemos ou mesmo estruturas de apenas uma flor. As flores são hermafroditas, com simetria zigomórfica, o cálice tem sépalas unidas entre si (gamossépalo). A corola é bilabiada com os seus lobos unidos e imbricados. Apresentam quatro estames (didínamos), sendo dois maiores e dois menores. Um quinto estame pode estar presente e ser modificado a estaminódio. As anteras têm aberturas rimosas, ou seja, longitudinalmente nas tecas. Nesta família é possível identificar o disco nectarífero que está presente em todos os indivíduos. Os frutos são do tipo cápsula, que vão de loculicida, abrem-se no meio do carpelo, a septicida, abrem-se na linha de união entre carpelos. A polinização ocorre através de moscas, vespas, abelhas e pássaros.

Orobanchaceae (Young *et al.*, 1999; Olmstead *et al.*, 2001).

1.4 O Género *Striga* Lour.

O género *Striga* Lour. engloba plantas-parasita consideradas as piores do mundo (Holm *et al.*, 1977). Na língua inglesa, estas plantas são conhecidas por “witchweed” (=capim-feiticeiro); em Angola, na língua nacional umbundu,

denominam-nas por “onguelia”. Na África do Leste são chamadas por capim-feiticeiro-vermelho (“red witchweed”), em Malásia por capim fogo (“fireweed”) e por pequeno-feiticeiro em Moçambique.

A palavra ou nome “ONGUELIA”, significa “a onça come”, devora, dizima, as suas presas; onça e come (=“ongue” e “lia”), portanto, trata-se de uma palavra associada à grande desgraça, grandes destruições de milho. De facto, na presença de infestações severas de *S. asiática*, as culturas podem-se considerar dizimadas, devoradas, destruídas, tal como a onça arranha, despedaça, esgravata, devora, abocanha, consome, as suas presas.

As espécies de *Striga* são parasitas obrigatórios que têm dizimado cereais e leguminosas em toda a África subsaariana. (Mohamed *et al.*, 2001; Kanampiu *et al.*, 2004; Maass *et al.*, 2012; Parker, 2012; Ransom *et al.*, 2012; Atera *et al.*, 2013).

Em Angola, as plantas de *Striga* são conhecidas de há muito. Há mais de 50 anos já apareciam no Planalto Central de Angola, em searas de milho, mas nunca com expressão que causasse preocupações (comun. pessoal de Eng.º Fernando Marcelino, Eng.º José Soveral Dias, Reverendo Henrique Etaungo Daniel). A Dr.ª Elizabeth de Matos, Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos da Faculdade de Ciências – UAN, informou tê-las observado há mais de 20 anos na província do Cunene, na cultura do sorgo. Welwistch (1854-1860) Gossweiler (1910-1953) e Brito Teixeira (1960-1969) referiram *Striga* como parasita das culturas dos nativos. Todavia, o Prof. Grandvaux Barbosa, no Cuvango, anotou que em determinados anos *S. asiática* constituía praga perigosa para o milho, espécime Angola, Huila, Cuvango/Cassinga, 1960: *Barbosa e Correia* 8937 (LISC).

Na área de Chinhama e Cangote, sul do município do Chinguar, província do Bié e em todo o planalto central de Angola, *S. asiática* (*Onguelia*) foi sempre de ocorrência geral, em solos depauperados pelas sementeiras consecutivas de milho durante vários anos, desde a antiguidade (comun. pessoal de Superintendente Chefe e empresário agropecuário de grande prestígio, Manuel Vinevala, 2009). No dicionário de português-umbundo “onguelia” significa “planta que faz mal ao milho” (Daniel, 2011).

O género *Striga* está actualmente inserido na *Orobanchaceae*, estando as suas espécies com importância económica melhor documentadas do que as parasitas de plantas espontâneas. Contudo, a maioria das suas espécies não tem sido examinada no aspeto da gama de hospedeiros e especificidade, excepto *S. gesnerioides* que tem como hospedeiros apenas membros de folhas largas, principalmente leguminosas.

O género *Striga* Lour., recentemente incluído na *Orobanchaceae*, (Olmstead *et al.*, 2001), foi descrito por Loureiro, botânico italiano, em 1790. Durante muito tempo pertenceu à *Scrophulariaceae*, tribo *Buchnereae*. *Striga* distingue-se dos outros géneros de *Orobanchaceae* por ostentar corolas bilabiadas com uma pronunciada dobra no tubo da corola e anteras uniloculares. As características da corola distinguem *Striga* de *Buchnera* L., género com o qual está relacionado e onde já foram incluídos nove espécies que anteriormente pertenceram ao género *Striga*. Outras características de capins-feiticeiro (witchweeds) incluem o hábito herbáceo, sementes de tipo-pó e o parasitismo. *Striga* invade o hospedeiro abaixo da terra e emerge durante o tempo de desabrochamento do caule, altura em que os estragos provocados são mais evidenciados. Este processo oculto de invadir as raízes do hospedeiro pode ser a causa que deu origem ao nome latino de *Striga*, que significa bruxo ou feiticeiro (“hag” ou “witch”). De facto as culturas podem-se considerar “embruxadas” porque o agricultor não se apercebe do que está acontecendo com as plantas até que a parasita emerja (Mohamed *et al.*, 2001).

As plantas de *Striga* são plantas anuais, raramente perenes, eretas e algumas vezes rígidas, hirsutas ou escábridas. Parasitas de raízes de outras plantas, por vezes algumas espécies ficam enegrecidas quando secam. Sistema radicular muito condensado, raízes adventícias saindo de escamas subterrâneas, terminando em pequenos haustórios (1-2 mm diâmetro). Algumas espécies apresentam, na raiz adventícia, um grande haustório primário (até 5 mm de diâmetro). Caules eretos, rígidos, verdes ou acinzentados, geralmente quadrangulares em secção transversal, muitas vezes costados. Folhas opostas ou subopostas, sésseis ou subsésseis, reduzidas a pequenas escamas perto da base dos caules na maior parte das espécies ou algumas vezes todas reduzidas a escamas. Inflorescências em espiga, flores na axila das folhas (brácteas) ou

em densas cabeças, purpúreas, vermelhas, cor de laranja ou brancas. Brácteas idênticas às folhas ou reduzidas; bractéolas 2. Cálice tubular, 5-lobulado ou com 5 (raramente 4) dentes, em algumas espécies existem nervuras intercostais. Corola dividida em tubo e limbo; tubo estreito curvado abaixo da fauce, que dilata num limbo bilabiado; abertura do tubo (fauce) pequena, menos 1 mm de diâmetro, com numerosos pêlos; lábio superior geralmente mais curto que o inferior, inteiro, emarginado, ou 2-lobulado, lábio inferior 3-lobulado com os lóbulos mais ou menos unidos formando assim uma corola nitidamente ou fracamente bilabiada. Estames 4, didinâmicos, inseridos no tubo abaixo da fauce, inclusos; anteras uniloculares, basifixas por filamentos curtos, deiscência loculicida; pólen escasso, frequentemente viscoso. Ovário tubular com numerosos óvulos diminutos; estilete cilíndrico, alongado; estigma bifido. Nectários presentes na base do ovário. Cápsula cilíndrica ou subovóide, estilete persistente, deiscência loculicida. Sementes diminutas (semelhantes a pó), com testa reticulada. Embrião pequeno. Germinação hipógea e plântulas sem clorofila (Mohamed, 1994; Mohamed & Musselman, 1997).

1.5 Distribuição geográfica de *Striga asiatica*

A ocorrência de *S. asiatica* é comum em África Central e Austral. Também tem sido inventariada no Delta do Nilo, Egito, não havendo dúvidas de ter sido introduzida por via de semente contaminada, que constitui a principal fonte de sua disseminação (Berner *et al.*, 1992).

Em Madagáscar e África do Sul, especialmente em Botswana, *S. asiatica* causa danos severos em culturas como sorgo (*Sorghum bico*), milho (*Zea mays*) e milho-miúdo ou massango [*Pennisetum americanum* (L.) Schumann] (Ralston *et al.*, 1987). A presença de *S. asiatica* não causava prejuízos significativos fora dessa região de África (Agbobli, 1991). Contudo, nos últimos anos infestações severas de *S. asiatica* têm ocorrido quase em toda a África austral e oriental, bem como em algumas regiões da África central e ocidental (Kabambe *et al.*, 2008; Hearne, 2009; Itoh *et al.*, 2012; Atera, 2010; Atera *et al.*, 2011, 2013).

Anualmente novas áreas têm sido infestadas por *S. asiatica* e verificado o

aumento de severidade em muitas zonas sob sua ocorrência (Mohamed *et al.*, 2007).

O centro de origem de *S. asiatica* é africano, podendo abranger a África do Sul, Madagáscar ou as Ilhas Mascarenhas (Raynal-Roques, 1991). Recentemente, Maass *et al.* (2012) apontaram ser a Namíbia e/ou o norte de Angola o provável centro de origem de *S. asiatica*. Estas suposições são suportadas pela presença de *S. elegans* Benth., muito semelhante à *S. asiatica* e putativamente relacionadas, apenas na África austral e do leste (Mohamed, 1994). Segundo Werth *et al.* (1984), provavelmente as populações de *S. asiatica* existentes nos Estados Unidos da América, teriam sido introduzidas a partir da África austral, tendo a introdução ocorrida uma única vez a partir de uma população autogâmica.

1.6 Gestão de plantas parasitas

A gestão de populações infestantes do género *Striga* deve ser decidida com base no conhecimento real, na mudança de atitudes e não apenas de uma maneira mais holística. Uma planta parasita com grande impacto socioeconómico, cuja eficácia de gestão envolve enormes recursos e meios tecnológicos, deve ser vista num âmbito abrangente. Assim, no que diz respeito à sua gestão, a questão decisiva é a fertilidade do solo, isto é, o paradigma *Striga* deve ser considerado um sintoma da baixa fertilidade do solo, pois, na verdade, a baixa fertilidade dos solos constitui um problema ainda mais grave que a simples presença de *Striga*. Com base nesse princípio, a gestão de *Striga* deve ser definida como um meio para recuperar e/ou aumentar o nível da fertilidade dos solos. Todavia, deve-se tomar em consideração que os pequenos agricultores possuem o seu próprio conceito de vida e as suas relações agroecológicas não devem, necessariamente, ser confrontadas com a terminologia abstrata da investigação formal. É mais útil transmitir os aspectos essenciais de *Striga* combinados com estratégias mais expeditas de sua gestão, em que a questão-chave da fertilidade do solo seja sempre enfatizada.

Suportado financeiramente pela Fundação Rockefeller, o Centro Internacional de Fisiologia e Ecologia de Insecto, abreviadamente ICIPE (International Centre of Insect Physiology and Ecology), em colaboração com o Instituto de Investigação Agronómica do Quénia (Kenya Agricultural Research Institute-KARI), o Ministério da Agricultura do Quénia, o IACR-Rothamsted do Reino Unido, o Centro Internacional de Melhoramento do Milho e Trigo (CIMMYT), o Instituto Weizmann de Ciências (Weizmann Institute Science) do Israel e BASF, têm, nos últimos anos, desenvolvido um programa sobre novos sistemas de produção para fazer face aos enormes prejuízos causados por *Striga*. O referido programa tem levado a cabo a implementação da consociação de milho com leguminosas e a utilização de semente de milho resistente ao herbicida sistémico imazapir, inibidor da enzima ALS. O herbicida é incorporado na semente de milho, por revestimento, correspondendo a doses muito baixas (30 g/ha) que são suficientes para controlar a germinação de *Striga* (Kanampiu e Friesen, 2004; Kanampiu *et al.* 2007, 2009; Ransom *et al.*, 2012; Dovala e Monteiro, 2013). As espécies *Desmondium uncinatum* (Jacq.) DC. e *D. intortum* (Mill.) Urb. são as leguminosas que mais têm sido utilizadas (Khan *et al.*, 2009, 2010; Dovala e Monteiro, 2014a).

Os resultados satisfatórios que têm sido obtidos, não apenas no Quénia, mas também na Tanzânia, Uganda, África do Sul, suscitaram o interesse da participação de Angola, através do Instituto de Investigação Agronómica (IIA), também naquele programa. Resta salientar que em 2004, pelo interesse, incentivo e motivação que tem manifestado sobre o estudo de *Striga* em Angola, a Dra. Elizabeth de Matos, a seu pedido, trouxe do Kenya semente de *D. uncinatum* e *D. intortum*, cedida amavelmente pelo Director Geral do ICIPE, com a qual temos trabalhado.

Para a gestão de *Striga*, os adubos são indispensáveis, em particular o azoto e o fósforo, podendo ser utilizados quer na forma mineral (Dovala, 2005; Dovala e Monteiro, 2014b) quer por recurso a consociações com leguminosas (Dovala *et al.*, 2006; Dovala e Monteiro, 2014a). O uso da compostagem e de adubações verdes com leguminosas melhoradoras do solo como por exemplo, a ervilha-do-Congo (*Cajanus cajan* (L) Millsp.), feijão-mucuna (*Mucuna pruriens* (L.) DC), crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e *Tephrosia* sp., é uma prática cultural que pode

aumentar as produções de milho, pois, melhora as propriedades do solo tornando o ambiente menos favorável à *Striga* (Dovala e Monteiro, 2014a).

Algumas espécies de plantas foram identificadas ter a habilidade de estimular a germinação de sementes de *Striga* e em seguida não permitir que sejam parasitadas, porque os haustórios não são capazes de penetrar as raízes dos respectivos hospedeiros, são as designadas *culturas-armadilha*. Sem o suplemento de nutrientes e água a partir da raiz de hospedeiros, a semente de *Striga* germina e posteriormente morre (Dovala e Monteiro, 2014a).

Com base nestes conhecimentos e pressupostos levanta-se a seguinte questão: Porque é que estes métodos alternativos de controlo de *Striga* não tiveram impacto apesar dos seus estudos iniciados há mais de 50 anos, em África? Na verdade, apesar da eficácia de alguns, nenhum desses métodos tem sido amplamente adoptado pelos pequenos agricultores por várias razões: (i) os seus benefícios são visíveis apenas à médio e longo prazo, pois os seus efeitos fazem-se sentir lentamente ao longo de várias épocas de sementeira; (ii) exigem o conhecimento do ciclo de vida de *Striga* que geralmente falta aos agricultores; (iii) requer rotações de milho com leguminosas quando a pressão populacional exige a intensificação do uso da terra para o aumento da produção do milho; (iv) enquanto a resistência da planta hospedeira existe, os ganhos são insuficientes e ineficazes sob altos níveis de infestação e (v) os herbicidas convencionais são proibitivos no custo e ineficazes uma vez que os danos são causados antes da emergência de *Striga* (Kanampiu e Friesen, 2004; Khan *et al.*, 2009; Atera, 2010, 2013; Parker, 2012).

Vários métodos para a gestão de *Striga* spp. estão disponíveis, designadamente mondas manuais, sachas manuais e mecânicas, prática de pousios e consociações, bem como aplicação de herbicidas, adubos orgânicos e minerais. A ocorrência de *Striga* está geralmente associada à baixa fertilidade dos solos e tem sido revelado que a aplicação de azoto pode reduzir a sua infestação e aumentar a produção de milho (Dovala e Monteiro, 2014b). Por outro lado, as infestações de *Striga* também podem ser reduzidas por outros métodos indirectos, tais como a consociação (Dovala e Monteiro, 2014a), uso de herbicidas e resistência genética do hospedeiro (Oswald, 2005; Dovala e

Monteiro, 2013). No entanto, a sacha manual é um trabalho árduo, moroso e oneroso; os herbicidas são caros e muitas vezes indisponíveis e obriga ao conhecimento de técnicas de aplicação. Por estas razões, são poucos os pequenos agricultores angolanos que podem adoptar essas tecnologias ou outras recomendações, porque não são economicamente viáveis ou não estão adaptadas às condições socio-económicas.

O Centro Internacional de Fisiologia e Ecologia de Insetos (ICIPE) e parceiros desenvolveram um novo sistema de gestão integrado chamado tecnologia atrai/repele "push-pull" (PPT), com o objetivo de limitar os prejuízos causados por pragas (brocas) e plantas de *Striga* no milho. A tecnologia atrai/repele "push-pull" é baseada no princípio de estímulo-dissuasão. O programa desenvolvido no Quênia envolve o cultivo do milho com uma leguminosa forrageira para controlo da broca do caule e de *Striga* (*push*, por exemplo *Desmodium* spp.) e uma cultura armadilha plantada em volta das parcelas e/ou de pequenos campos (*pull*, por exemplo *Pennisetum purpureum* Schum., designação vulgar capim-elefante). Substâncias voláteis produzidas por capim-elefante atraem brocas, enquanto as produzidas pelo *Desmodium* repelem brocas e suprimem *Striga* (Khan *et al.*, 2000, 2010). Para além desta metodologia "atraente-repelente" ("push-pull") para a gestão de brocas do milho e controlo de *Striga* spp., o ICIPE disponibiliza aos agricultores sementes de milho revestidas com herbicida (imazapir) - ("IRmaize") para controlo de *Striga* spp..

Segundo Khan *et al.* (2000), as espécies de *Desmodium* spp. têm suprimido significativamente as plantas de *Striga* com aumento de rendimento do milho. Os exsudatos das raízes de *Desmodium* spp. contêm misturas de metabolitos secundários que estimulam a germinação de sementes e com propriedades inibidoras pós-germinação de *Striga*. As consociações e rotações de curta duração entre cereais e leguminosas herbáceas fixadoras de azoto e de rápido crescimento, também têm sido utilizadas para reduzir o banco de sementes e a emergência de *Striga* spp. (Dovala e Monteiro, 2014a).

As espécies de *Striga* que parasitam milho, massango, sorgo e arroz são consideradas economicamente as mais importantes nas regiões tropicais semi-

áridas da África. São de ocorrência geral, em particular, nos agro-ecossistemas onde uma alta densidade da população humana impõe uma forte pressão sobre terras aráveis. Este factor tem obrigado os pequenos agricultores a abandonar a prática da agricultura itinerante, caracterizada por prolongados pousios (até 10 anos ou mais) e adoptar um sistema intensivo de uso das suas pequenas parcelas ou com pousios de muito curto período, com a agravante de pouca ou nenhuma aplicação de adubos e/ou estrumes. Estas mudanças de sistemas agrícolas têm resultado em severas infestações de *Striga* e consequentemente, em sérias perdas de rendimento das culturas (Parker e Riches, 1993; Riches e Parker, 1995; Parker, 2009; Atera *et al.*, 2013).

A forma como as plantas de *Striga* retardam o crescimento do hospedeiro é muito variável e depende de vários factores, designadamente o genótipo da cultura, nível de infestação de parasita e das condições ambientais. Diversos trabalhos têm evidenciado que a idade do hospedeiro, quando a primeira conexão do haustódio ocorre, é um outro factor importante que determina o grau de redução de rendimento (Cechin e Press, 1993; Gurney *et al.*, 2000; van Ast *et al.*, 2005). Estes autores, concluíram que, se uma cultura for protegida contra o parasitismo nos primeiros 40 dias após a sementeira (período crítico), podem ser obtidos aumentos significativos no rendimento e reduções consideráveis na reprodução de *Striga*.

Técnicas de não-mobilização ou mobilização mínima também mostraram alguma vantagem uma vez que a maioria das sementes produzidas por *Striga* tem sido encontradas nos primeiros 5 centímetros do perfil do solo, reduzindo a probabilidade de desenvolvimento de raízes para infectar as culturas. No entanto, lavouras e gradagens subsequentes levam a uma distribuição homogénea das sementes de *Striga* entre 10-15 cm de profundidade no solo (Ransom *et al.*, 2007).

Segundo Ransom (2000), para que novas técnicas de gestão de *Striga* sejam amplamente adoptadas pelos pequenos agricultores africanos, têm que cumprir quatro critérios: (1) capacidade de controlar *Striga* no início de seu ciclo de crescimento a fim de reduzir a perda de rendimento; (2) reduzir o banco de

sementes de *Striga* no solo; (3) rentável e (4) compatível com os sistemas de cultura e tecnologias. Em África multidões de pequenos agricultores praticam tradicionalmente a consociação de milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) com leguminosas para aumentar os rendimentos das culturas e reduzir os riscos do fracasso total das colheitas. Assim, podem alcançar o total ou parte de retorno dos “inputs” em fertilizantes, pesticidas, energia e recursos humanos. Culturas consociadas que rapidamente cobrem as entrelinhas de milho podem reduzir a emergência de *Striga* e impedir o seu crescimento e floração. A fixação de azoto atmosférico por leguminosas pode aumentar os seus níveis no solo e baixar o número de plantas de *Striga* nos campos (Pieterse e Pesch, 1983). Além disso, as leguminosas, como *Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC., *D. intortum* (Mill.) Urb., soja [*Glycine max* (L.) Merr.], feijão-bóer (*Cajanus cajan* (L.) Mill.), feijão-macunde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), feijão-mucuna (*Mucuna pruriens* Bak.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), grama-verde (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) e feijão-lablab (*Dolichos lablab* L.), podem actuar como culturas-armadilha. Pois estimulam a germinação de *Striga* mas não permitem a conexão do haustório com as suas raízes e, eventualmente, a planta parasita morre (Kuchinda *et al.*, 2003; Ransom *et al.*, 2012; Dovala e Monteiro, 2014a).

Um pré-requisito importante para o sucesso no desenvolvimento de métodos de gestão de *Striga* em África é a percepção dos sistemas de culturas utilizados pelos pequenos agricultores. As culturas múltiplas (consociações) predominam nos sistemas dos pequenos agricultores nas regiões tropicais. Vários estudos têm revelado que a consociação, principalmente de cereais com leguminosas, pode reduzir o número de plantas de *Striga* que chegam à maturação num campo infestado (Ransom *et al.*, 2012). Além disso, as propriedades das culturas-armadilha podem ainda contribuir para a longo prazo diminuir as infestações, mediante a redução do banco de semente de *Striga* no solo. Todavia, a extensão da germinação suicida de sementes de *Striga* na presença de culturas-armadilha depende de diversos factores bióticos e abióticos e das suas interações, difíceis de controlar e prever.

A consociação pode ser uma tecnologia eficaz para aumentar a produtividade agrícola e gestão de *Striga* com base nos sistemas de cultivo de milho, tomando em consideração os recursos limitados dos pequenos agricultores. Pode ser utilizada como uma ferramenta para familiarizar os pequenos produtores com tecnologias de gestão de *Striga* porque a consociação é uma prática comum secular na África subsaariana. Além disso, oferece uma multiplicidade de opções para os agricultores. Melhores resultados em termos de produtividade podem ser alcançados quando o milho e culturas consociadas são semeados simultaneamente. As culturas consociadas devem ostentar copas densas e hábito de crescimento rastejante ou um coberto denso no caso das culturas não rastejantes.

As infestações de *Striga* são mais problemáticas nos sistemas de agricultura com períodos de pousios curtos ou não praticados, baixa fertilidade dos solos e poucos recursos para aquisição de adubos, pesticidas, sementes melhoradas, associados a práticas culturais inadequadas (Dovala e Monteiro, 2014a). Além disso, com o aumento da pressão demográfica, o uso da terra tem sido intensificado e também a monocultura de cereais, levando a erosão do solo, esgotamento de nutrientes e, finalmente, à diminuição de rendimentos. Como a frequência de culturas hospedeiras de *Striga* nos sistemas agrícolas aumentou, o que reduziu a fertilidade do solo, o rendimento de cereais tornou-se drástico. As rotações de culturas, usando culturas não hospedeiras, podem ser consideradas como uma solução eficaz para reduzir infestações de *Striga* (Dovala e Monteiro, 2014a). Nas rotações, a selecção de culturas, baseada na sua capacidade de estimular a germinação das sementes de *Striga*, constitui a principal componente de um sistema integrado de gestão de *Striga*. As rotações culturais podem também reduzir a incidência de outras ervas daninhas, pragas e doenças, bem como favorecer a acumulação de matéria orgânica do solo, fornecimento de nutrientes e, finalmente, aumentar a produtividade global do sistema agrícola.

A baixa fertilidade do solo pode ser mais limitante do que a infestação de *Striga* como determinante de rendimento de milho e pode mascarar a eficácia de

qualquer prática de gestão da planta-parasita (Ransom *et al.*, 2007). Assim, a gestão de *Striga* não implicará maiores rendimentos de milho, se a fertilidade do solo continuar a níveis baixos. A rotação de culturas é provavelmente a maneira mais efectiva para reduzir a infestação de *Striga* e aumentar os rendimentos do milho tomando em consideração a limitada base de recursos dos pequenos agricultores em Angola e na África subsaariana em geral.

A gestão de pousios é um conceito que está sendo introduzido em áreas onde os solos estão muito degradados. As leguminosas arbóreas e arbustivas possuem muitas vantagens para serem utilizadas como candidatas para o efeito. Uma vez estabelecidas, precisam de poucos cuidados culturais e, algumas espécies, podem produzir muita biomassa e forragem, reforçando significativamente o *status* de azoto no solo. As árvores com múltipla aptidão, cultivadas em sistemas agroflorestais, podem ter o potencial de aumentar a fertilidade do solo e/ou provocar a germinação suicida de *Striga* e, assim, reduzir o grau de infestação da planta parasita. Várias espécies arbóreas foram identificadas como adequadas na gestão de pousios. A espécie *Sesbania sesban* (L.) Merr. é considerada uma das mais promissoras tanto na facilidade de estabelecimento e posterior remoção do campo como na indução da germinação de *Striga* (Ikier *et al.*, 2007).

Alguns factores "chave" dos sistemas agrícolas estão directamente relacionados com a ocorrência e severidade de infestações de *Striga*, incluindo: i) a duração do pousio; ii) a prática de sachas; iii) a manutenção da fertilidade do solo com o uso de resíduos vegetais e adubos orgânicos; iv) rotação de culturas e a proporção de cereais hospedeiros na rotação e v) o acesso e utilização de insumos externos (por exemplo, herbicidas, adubos), bem como de sementes melhoradas. As rotações com culturas-armadilha podem reduzir o banco de sementes de *Striga* no solo mas a selecção de culturas na rotação deve tomar em consideração os factores socio-económicos, como o valor do mercado e utilidade alimentar, além de poder também estimular a germinação de sementes de *Striga*. Um programa de gestão de *Striga* requer uma intensa e permanente interação com os pequenos produtores.

1.7 Objectivos gerais

Indiscutivelmente, o milho é uma das principais culturas alimentares em Angola. Do ponto de vista agronómico, entre os constrangimentos mais importantes para a sua produção apontam-se a baixa fertilidade dos solos, as secas cíclicas, a incidência de ervas daninhas, entre elas a de *Striga*, bem como de pragas e doenças. Na verdade, os solos degradados, cujos níveis de fertilidade são muito baixos, estão associados diretamente às fracas colheitas de milho e estimulam a germinação e a produção de sementes de *Striga* e prolongam a sua viabilidade no solo.

Assim, o objectivo geral desta dissertação consistiu em fazer o levantamento do género *Striga* Lour. em Angola, proceder à IDENTIFICAÇÃO das espécies, bem como dos hospedeiros que parasitam e encontrar metodologias de GESTÃO da espécie *Striga asiatica* (“ONGUELIA”) em milho.

A palavra “ONGUELIA”, significa “a onça come”, devora, dizima, as suas presas; onça e come (=“ongue” e “lia”), grande desgraça, grandes destruições de milho.

Os objectivos específicos da dissertação foram:

- 1) **Prospecção da importância da parasita *Striga asiatica* e do seu impacto económico nas explorações agrícolas (Capítulo II);**
- 2) **Inventariar e identificar as espécies do género *Striga* existentes em Angola, proceder à caracterização do seu habitat natural e simultaneamente, recolher informações sobre a sua importância e hospedeiros afetados (Capítulo III);**
- 3) **Elaborar uma chave dicotómica para identificação dos táxones angolanos (Capítulo III);**
- 4) **Ilustrar a distribuição das espécies do género *Striga* identificadas para Angola (Capítulo III);**
- 5) **Desenvolver métodos de gestão para a parasita *Striga asiatica* em milho, no Planalto Central Angolano (Capítulo IV):**
 - 5.1) **Controlo químico (imazapir) (Capítulo IV.1);**
 - 5.2) **Consociações com leguminosas e gramíneas (plantas-armadilha) (Capítulo IV.2);**
 - 5.3) **Fertilizações azotadas (Capítulo IV.3).**

Terminamos com algumas considerações finais, integrativas dos estudos desenvolvidos e com perspectivas de trabalhos futuros.

1.8 Referências Bibliográficas

- Agbobli, C.A. (1991). Effect of nitrogen rates on *Striga asiatica* emergence in maize culture in Togo. Ransom, J. K.; Musselman, L. J; A. D. Worsham, A. D e Parker, C. (eds), *Proceedings of the Fifth International Symposium on Parasitic Weed*. CIMMYT, Nairobi, p. 28-30.
- Atera, E. A. (2010). *Effect of Striga infection on NERICA rice cultivars and farmers' perception on its control mechanisms in sub-Saharan Africa*. M.Sc. Thesis, Kobe University, Japan.
- Atera, E. A.; Itoh, K. e Onyango, J. C. (2011). Evaluation of ecologies and severity of *Striga* weed on rice in sub-Saharan Africa. *Agriculture and Biology Journal of North America*, vol. 5, p. 752-760.
- Atera, E.A.; Ishii, T.; Itoh, K.; Onyango, J. C. e Azuma, T. (2013). *Striga* Infestation in Kenya: Status, Distribution and Management Options. *Sustainable Agriculture Research*, vol. 2, n. 2, p. 99-108.
- Bado, B.V.; Bationo, A.; Lompo, F.; Traore, K.; Sedogo, M.P e Cescas, M.P. (2012). Long term effects of crop rotations with fallow or groundnut on soil fertility and succeeding sorghum yields in the Guinea savannah of West Africa. In: *Lessons learned from long-term soil fertility management experiments in Africa*. (Bationo A; Waswa B; Kihara J; Adolwa I; Vanlauwe B; Saidou K, eds.) Springer, Dordrecht, the Netherlands, p. 27–40.
- Beck-Mannagetta, G. (1930). *Orobanchaceae*. In: Engler A (ed) *Das Pflanzenreich. Regni Vegetabilis Conspectus*. Wilhelm Engelmann, Leipzig, Germany, p. 1-348.
- Bellini, R. (1907). Criteri per una nuova classificazione della Personatae (*Scrophulariaceae* et *Rhinanthaceae*). *Annali di Botanica*, vol. 6, p. 131– 145.
- Bentham, G. (1846). *Scrophulariaceae*. In A. DeCandolle [ed.], *Prodromus*, vol. 10, p. 180–586.
- Bentham, G. (1876). *Scrophulariaceae*. In G. Bentham and J. D. Hooker [eds.], *Genera plantarum*. Reeve and Co., London, UK, vol. 2, p. 913–980.
- Bennett, J.R. e Mathews, S. (2006). Phylogeny of the parasitic plant family *Orobanchaceae* inferred from phytochrome A¹. *American Journal of Botany*, vol. 93, n. 7, p. 1039–1051.
- Berner, D. K.; Cardwell, K. F. e Faturoti, B. O. (1992). *Striga hermonthica* distribution mechanisms and their implications in control. *Phytopathology*, vol. 82, n. 10, p. 1164.
- Boeshore, I. (1920). The morphological continuity of *Scrophulariaceae* and *Orobanchaceae*. *Contributions of the Botanical Laboratory of the University of Pennsylvania*, vol. 5. p. 139– 177.
- Cechin, I. e Press, M. C. (1993) – The influence of nitrogen on growth and photosynthesis of sorghum infected with *Striga hermonthica* from different provenances. *Weed Research*, vol. 33, p. 289-298.
- Daniel, H. E. (2011). *Dicionário de português-umbundu*. 3ª Edição.
- de Pamphilis, C. W.; Young, N.D. e Wolfe, A. D. (1997). Evolution of plastid gene *rps2* in a lineage of hemiparasitic and holoparasitic plants: many losses of photosynthesis and complex patterns of rate variation. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, vol. 94, p. 7367– 7372.
- Dovala, A. Chicapa (2005). *Striga* na cultura do milho em Angola. Controlo com adubações azotadas e consociação com *Desmodium intortum* e *D. uncinatum*.

- Dissertação de Mestrado em Agronomia e Recursos Naturais*. Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Agostinho Neto e Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa. Huambo, Angola, p. 109.
- Dovala, A. Chicapa; Monteiro, A.; Moreira, I. e Tomás, A.A. (2006). *Striga* na cultura de milho em Angola. Controlo com adubações azotadas e consociação com *Desmondium* spp. In Moreira, I. *Angola. Agricultura. Recursos Naturais. Desenvolvimento Rural*, vol. 2, p. 141-160.
- Dovala, A. Chicapa e Monteiro A. (2013). Controlo químico de *Striga asiatica* por recurso a sementes revestidas de milhos resistentes ao imazapir. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 36, n. 4, p. 466-474.
- Dovala, A. Chicapa e Monteiro A. (2014a). Gestão de *Striga asiatica* em milho no Planalto Central de Angola - consociação com plantas-armadilha leguminosas e gramíneas. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 37, n. 1, p. 80-88.
- Dovala, A. Chicapa e Monteiro A. (2014b). Influência do azoto amoniacal na emergência de *Striga asiatica* em milho (Planalto Central de Angola). *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 37, n. 1, p. 89-99.
- Ejeta, G. (2007). The *Striga* scourge in Africa: a growing pandemic. In *Integrating New Technologies for Striga Control: Towards Ending the Witch-hunt* (Ejeta, G. e Gressel, J., eds). World Scientific Publishing Co Pte Ltd., p. 3–16.
- Estep, M.E. (2010). *Studies of the evolution of parasitic plants in the genus Striga, using systematic, population genetics, and genomic approaches*. PhD. Thesis, 117 p.
- Estep, M.C.; Gowda, B.S.; Huang, K.; Timko, M.P. e Bennetzen, J.L. (2012). Genomic characterization for parasitic weeds of the genus *Striga* by sample sequence analysis. *Plant Genome*, vol. 5, p. 30-41.
- Good, R.D. (1930). Gossweiler's Portuguese West African Plants. Dicotyledones: Gamopetale. *Journal of Botany*. (Supplement II), vol. 68, p. 120-121.
- Gossweiler, J. (1953). Nomes indígenas das plantas de Angola. *Agronomia Angolana* vol. 7, n. 1, p. 587.
- Gurney, A.L.; Adcock, M.; Scholess, J.D.; Press, M.C. (2000). Physiological processes during *Striga* infestation in maize and sorghum. In: Haussmann, B.I.G.; Hess, D.E.; Koyama, M.L. (Eds.) 2000 Breeding for *Striga* resistance in cereals. *Proceedings of a workshop held at IITA, Ibadan, Nigeria, 18-20 August 1999*, Margraf Verlag, Weikersheim, Germany, p. 3-17.
- Hearne, S. J. (2009). Control – the *Striga conundrum*. *Pest Management Science*, vol. 65, 603–614.
- Hiern, W.P. (1898). *Striga* Lour.; Benth. e Hook. f. Gen. Pl. ii. 968. (Scrophulariaceae). *Catalogue of the African plants collected by Dr. Friedrich Welwitsch in 1853-61*. British Museum (Natural History), London, vol. 1, n. 3, p. 755-781.
- Hjertson, M.L. (1995). Taxonomy, phylogeny and biogeography of *Lindenbergia* (Scrophulariaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 119, p. 265–321.
- Ikie, F.O.; Schulz, S.; Ogunyemi, S.; Emechebe, A.M. e Togun, A.O. (2007). Influence of legume cropping patterns and organic/inorganic soil amendments on *Striga* seedbank and subsequent sorghum performance. *Advances in Environmental Biology*, vol. 1, p. 11-19.

- Itoh, K.; Azuma, T.; Ishii, T. e Atera, E. (2012). *Farmers' perception and constraints to the adoption of weed control options: the case of Striga asiatica* in Malawi.
- Kabambe, V.; Katunga, L.; Kapewa T. e Ngwira, A. R. (2008). Screening legumes for integrated management of witchweeds (*Alectra vogelii* and *Striga asiatica*) in Malawi. *African Journal of*
- Kanampiu, F.K. e Friesen, D. (2004). Striga weed control with herbicide-coated maize seed. *CIMMYT*. Kenya.
- Kanampiu, F.; Diallo, A.; Burnet, M.; Karaya, H. e Gressel. J. (2007). Success with the low biotech of seed-coated imidazolonone-resistant maize. In G. Ejeta and J. Gressel, eds. *Integrating New Technologies for Striga Control: Ending the Witch-Hunt?* Singapore: *World Scientific*, p. 145–158.
- Kanampiu, F.; Karaya, H.; Burnet, M. e Gressel, J. (2009). Needs for and effectiveness of slow release herbicide seed treatment Striga control formulations for protection against early season crop phytotoxicity. *Crop Prot.*, vol. 28, p. 845–853.
- Khan, Z. R.; Pickett, J. A.; van den Berg, J.; Wadhams, L. J. e Woodcock, C. M. (2000). Exploiting chemical ecology and species diversity: stem borer and *Striga* control for maize and sorghum in Africa. *Pest Management Science*, vol. 56, p. 957-962.
- Khan, Z.; Midega, C.; Wanyama, J.; Amudavi, D.; Hassanali, A.; Pittchar, J. e Pickett, J. (2009). Intergartion of edible beans into the push-pull technology developed for stemborer and Striga control in maize- based cropping systems. Elsevier. Kenya.
- Khan, Z.; Midega, C.; Pittchar, J.; Pickett, J. e Bruce, T. (2010). Push and pull technology: a conservation agriculture approach for intergrated manegment of insect pests, weeds and soil helth in Africa. *International Journal Of Agricultural Sustainability*, p. 162-170.
- Kuchinda, N. C., Kureh, I., Tarfa, B. D., Shunggu, C. e Omolehin, R. (2003). On-farm evaluation of improved maize varieties intercropped with some legumes in the control of *Striga* in the Northern Guinea savanna of Nigeria. *Crop Protection*, vol. 22, p. 533–538.
- Kuijt, J. (1969). *The Biology of Parasitic Flowering Plants*, University of California Press
- Maass, E.; Mohamed, K. e Musselman, L. (2012). *Striga gesnerioides* and *Striga asiatica* in Namibia. *Haustorium*, vol. 61, p. 2-3.
- Mohamed, K.I. (1994). *Biosystematics and diversification in the genus Striga Lour. (Scrophulariaceae) in Africa*. Ph.D. dissertation, Old Dominin University, USA.
- Mohamed, K.I. e Musselman L.J. (1997). *Striga angolensis* (Scrophulariaceae), a new witchweed from Angola. *Britonia*, vol. 49, n. 1, p. 118-121.
- Mohamed, K.I.; Musselman, L.J. e Riches, C.R. (2001). The Genus *Striga* (Scrophulariaceae) in Africa. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, vol. 88, p. 60-103.
- Mohamed K.I.; Bolin J.; Musselman, L.J. e Peterson A. (2007). Genetic Diversity of *Striga* and Implications for Control and Modeling Future Distributions. In: G. Ejeta J. Gressel eds. *Integrating New Technologies for Striga Control: Towards Ending the Witch-Hunt*, p. 71-84.

- Nickrent, D.L. (2006). *The parasitic plant connection: parasitic plant genera*. Department of Plant Biology, Southern Illinois University, Carbondale, Illinois, USA.
- Nickrent, D. L.; Ouyang, Y.; Duff, R. J. e de Pamphilis, C. W. (1997). Do nonasterid holoparasitic flowering plants have plastid genomes? *Plant Molecular Biology*, vol. 34, p. 731-743.
- Nickrent, D.L.; Duff, R.J.; Colwell, A. E.; Wolfe, A.D.; Young, N.D.; Steiner, K E. e de Pamphilis, C.W. (1998). Molecular phylogenetic and evolutionary studies of parasitic plants. In Soltis, D. E.; Soltis, P. S. e Doyle, J. J. [eds.], *Molecular systematics of plants*. Kluwer, Boston, Massachusetts, USA, vol. 2, p. 211–241.
- Odasz, A. M. e Savolainen, O. (1996). Genetic variation in populations of the Arctic perennial *Pedicularis dasyantha* (*Scrophulariaceae*), on Svalbard, Norway. *American Journal of Botany*, vol. 83, p. 1379–1385.
- Olmstead, R. G.; de Pamphilis, C. W.; Wolfe, A. D.; Yong, N. D.; Elisons, W. J. e Reeves, P. A. (2001). Desintegration of the *Scrophulariaceae*. *Amer. J. Bot.*, vol. 88, p. 348-361.
- Oswald, A. (2005) - *Striga* control—technologies and their dissemination. *Crop Prot.*, vol. 23, n. 4, p. 333-342.
- Parker, C. e Riches C.R. (1993). *Parasitic Weeds of the World. Biology and Control*. Wallingford, UK: CAB International, 332 pp.
- Parker, C. (2009). Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Manag. Sci.*, vol. 65, p. 453–459.
- Parker, C. (2012). Parasitic Weeds: A World Challenge. *Weed Science*, vol. 60, p. 269–276.
- Pieterse, A.H. e Pesch, C.J. 1983. The witchweeds (*Striga* spp.) - a review. *Abstracts on Tropical Agriculture*, vol. 9, p. 9-34.
- Pigafetta (1591). Compilation of the "Relations" of Pigafetta and the Spanish missionaries. In "The history of the Kingdom of Congo (Bib.Vat.)".
- Ralston, D.M.; Riches, C.R. e Musselman, L.J. (1987). Morphology and hosts of three *Striga* species (*Scrophulariaceae*) in Botswana. *Adansonia*, vol. 2, p. 195-215.
- Ransom, J.K. (2000). Long-term approaches for control of *Striga* in cereals: field management options. *Crop Protection*, vol.19, p. 759–763.
- Ransom, J.K.; Babiker, A.G. e Odhiambo G.D. (2007). Integrating crop management practices for *Striga* control. In J. Gressel and G. Ejeta, eds. *Integrating New Technologies for Striga Control: Towards Ending the Witch-Hunt*. Hackensack, NJ: World Scientific Publishing, p. 213–228.
- Ransom, J.; Kanampiu F.; Gressel J.; De Groote H.; Burnet M. e Odhiambo, G. (2012). Herbicide Applied to Imidazolinone Resistant-Maize Seed as a *Striga* Control. Option for Small-Scale African Farmers. *Weed Science*, vol. 60, p. 283–289.
- Raynal-Roques, A. (1991). Diverfication in the genus *Striga*. *Proceedings Fifth International Symposium on Parasitic Weeds*, Ransom, J. K.; Musselman, L. J.; Worsham, A. D. e Parker, C. (eds.). Nairobi, Kenya, p. 251-261.
- Riches, C.R. e Parker, C. (1995). Parasitic plants as weeds. *Parasitic Plants*, MC Press, M. C. e J.D. Graves, J.D. (eds.). Chapman e Hall. London, UK, p. 226-255.

- Scholes, J.D. e Press, M.C. (2008) *Striga* infestation of cereal crops -an unsolved problem in resource limited agriculture. *Curr. Opin. Plant Biol.*, vol. 11, p. 180 –186.
- van Ast, A.; Bastiaans.; Land, S. e Katile, S. (2005). Cultural control measures to diminish sorghum yield loss and parasite success under *Striga hermonthica* infestation. *Crop Prot.*, vol. 24, n. 12, p. 1023-1034.
- von Wettstein, R. (1891). *Scrophulariaceae*. In [Engler, A. e Prantl, K. (2006)]. Bennett e Mathews (2006). Phylogeny of *Orobanchaceae* 1049 [eds.], *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, Wilhelm Engelmann, Leipzig, Germany, vol. 4, part 3b, p. 39 – 107.
- Werth, C.R.; Riopel, J.L. e Gillespie, N.W. (1984). Genetic uniformity in an introduced population of witchweed (*Striga asiatica*) in the United States. *Weed Sci.*, vol. 32, p. 645-648.
- Westwood, J. H.; de Pamphilis, C. W.; Das, M; Fernandez-Aparicio, M.; Honaas, L. A.; Timko, M. P.; Wafula, E. K.; Wickett, N. J. e Yoder, J. I. (2012). The Parasitic Plant Genome Project: New Tools for Understanding the Biology of *Orobanche* and *Striga*. *Weed Science*, vol. 60, p. 295 – 306.
- Wolfe, A.D.; Randle, C.P.; Liu, L. e Steiner, K.E. (2005). Phylogeny and biogeography of Orobanchaceae. *Folia Geobotica*, vol. 40, p. 115 – 134.
- Young, N.D.; Steiner K. E. e de Pamphilis C. W. (1999). The evolution of parasitism in *Scrophulariaceae/Orobanchaceae*: plastid gene sequences refute an evolutionary transition series. *Ann. Missouri Bot. Garden*, vol. 86, n. 4, p. 876-893.
- Young, N.D. e de Pamphilis, C.W. (2000). Purifying selection detected in the plastid gene *matK* and flanking ribozyme regions within a group II intron of non-photosynthetic plants. *Molecular Biology and Evolution*, vol. 17, p. 1933–1941.

CAPÍTULO II

IMPACTO ECONÓMICO DE *STRIGA* *ASIATICA* EM ANGOLA

2 Impacto económico de *Striga asiatica* em Angola

2.1 Introdução

Algumas espécies de plantas parasitas, membros das comunidades de plantas superiores (angiospermas), estabeleceram-se como nocivas e persistentes inimigos das culturas dos agricultores de subsistência e representam um sério constrangimento na produtividade de cereais e legumes. Entre eles está um grupo monofilético, membro de *Orobanchaceae*, com cerca de 90 géneros e mais de 2000 espécies. Os géneros mais notáveis desta família são *Striga* Lour. (capins-feiticeiro) e *Orobanche* L. (broomrapes = vassouras de bruxa/estupro), devido ao impacto negativo sobre o crescimento e produtividade de diversas culturas (Parker 2009; 2012). Presentemente, cerca de dois terços de terras aráveis na África subsaariana, em mais de 25 países desta região, estão infestadas por uma ou mais espécies de *Striga*, que, diretamente, afetam a vida de mais de 300 milhões de pequenos agricultores. As perdas na produtividade devido à infestação por espécies de *Striga* estão estimadas em mais de 10 bilhões de dólares anualmente (Ejeta 2007; Scholes e Press 2008; Westwood *et al.*, 2012).

Em Angola, a espécie *Striga asiatica* é aquela que mais prejuízos tem causado na produção do milho (*Zea mays* L.) e *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke causa quebras de produções em *Fabaceae*, como feijão-macunde [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] e amendoim (*Arachis hypogaea* L.); *Convolvulaceae*, caso de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) e *Solanaceae*, caso de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.; *Nicotiana benthamiana* Domin) (Chicapa, 2005).

No entanto, os estudos sobre estas plantas-parasita, designadamente, área de infestação, culturas afetadas e prejuízos diretos e indiretos são escassos. Apenas as populações locais, os pequenos agricultores, estão conscientes da importância destas infestantes. Este estado de ignorância nos círculos académicos e profissionais, necessita de ser alterado. Há que dar importância aos inimigos das culturas, pragas, doenças e em particular às infestantes. O agricultor tem que fazer a monda durante o período crítico da cultura, no caso do milho, no Planalto Central de Angola, pode ocorrer entre o 15º e 65º dia após a emergência (Henriques, 2008; Henriques *et al.*, 2010). Alves (1986) referiu que

«é melhor algum conhecimento que a sua ausência total, era melhor ter uma ideia do meio agrológico, ainda que aproximada, do que esperar indefinidamente por um conhecimento seguro...». Portanto, é melhor ter uma ideia de *Striga*, ainda que aproximada, do que esperar indefinidamente por um conhecimento seguro.

O milho é um dos principais cereais cultivados no mundo, fornecendo produtos para a alimentação humana e animal, assim como matéria-prima para a indústria. Em Angola, a cultura ocupa posição significativa na economia, constituindo a principal base de alimentação e de geração de rendimentos para as populações, especialmente nas regiões centro e parte norte do sul do país. A produção estimada em relatório pelo Banco Africano de Desenvolvimento (African Development Bank) foi de 600 kg/ha. São as produtividades mais baixas da África austral, quando comparadas com valores de 1006 kg/ha em Moçambique ou 2547 kg/ha na Zâmbia (Jover *et al.*, 2012). Contudo, acreditamos que a produtividade real do milho é mais baixa (< 400 kg/ha), mas suscetível de ser consideravelmente aumentada com introdução de melhorias, mesmo ligeiras, na sua fitotecnia (Dias *et al.*, 2006; Marcelino, 1973; Doutel e Russo, 1989; Diniz, 1998; Henriques, 2008; Dovala e Monteiro, 1914a).

No conjunto dos fatores que limitam a produtividade do milho, tem-se a baixa fertilidade dos solos, a ocorrência de infestações de ervas daninhas, onde estão incluídas as plantas-parasita, pragas e doenças, bem como estiagens cíclicas. Todavia, estas perdas significativas não têm sido quantificadas nem documentadas. Existem poucos trabalhos publicados sobre a vegetação infestante das principais culturas de Angola e muito menos de plantas-parasita, em particular do género *Striga* (Hiern, 1898; Good, 1930; Brito Teixeira, 1966; Dovala, 2006; Dovala e Monteiro, 2013; Henriques, 2008; Henriques *et al.*, 2010). As espécies de *Striga* podem ser enquadradas em dois grupos principais, com base na preferência/especificidade de hospedeiros. O maior grupo inclui as espécies mais devastadoras em toda a África - *S. hermonthica* (Delile) Benth., *S. asiatica* (L.) Kuntze, *S. forbesii* Benth., - parasita espécies de *Poaceae* (Graminaceae). O segundo grupo é constituído apenas por *S. gesnerioides* (Willd.) Vatke, espécie morfológicamente mais variável e amplamente distribuída entre os capins-feiticeiro. *S. gesnerioides* parasita preferencialmente espécies

dicotiledóneas, designadamente, *Fabaceae* cultivadas e espontâneas, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae* e *Solanaceae* (Parker, 2012, Maass *et al.* 2012). O feijão-macunde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), leguminosa de grão seco mais cultivada no continente africano, é o hospedeiro, com maior importância económica, de *S. gesnerioides* (Timko e Singh, 2008). Cerca de 75% de produção mundial de feijão-macunde ocorre na região subsaariana da África do oeste e central. É feita principalmente por pequenos agricultores, dependentes do seu grão como sua principal fonte de alimentação e proteínas, bem como alimento altamente nutritivo para os animais. As perdas de rendimento anuais de feijão-macunde, causadas por *S. gesnerioides*, têm criado uma tremenda desordem económica e social para os pequenos agricultores desta região da África (Timko e Singh, 2008). Quando os danos causados por *Striga* nos seus hospedeiros são maiores, as perdas das colheitas, obviamente, são elevadas (De Groote *et al.*, 2007). O parasitismo por espécies de *Striga* retarda o crescimento do hospedeiro de duas formas, destruindo os mecanismos da função clorofilina e extraindo-lhe água e nutrientes, resultando um desequilíbrio hídrico e nutricional (Khan *et al.*, 2006).

Os prejuízos provocados pelas infestações de *Striga* variam de região para região, de acordo com as condições agro ecológicas locais, hospedeiro e agressividade da planta parasita. Assim, ocasionalmente podem registar-se, apenas perdas de rendimento não significativas e noutras épocas os prejuízos podem atingir os 100% (Parker, 2012; Westwood *et al.*, 2012). Após a contaminação do solo por sementes de *Striga*, se nenhuma medida de gestão for tomada, os prejuízos aumentam, anualmente, se o hospedeiro é cultivado época após época (Khan *et al.*, 2006). Em Angola, esta verificação leva os pequenos agricultores a abandonar os campos severamente infestados e a ocupar outros mas, levam consigo os diásporos da cultura recolhidos no campo infestado, muitas vezes contaminados por sementes da planta-parasita. Esta, também, é uma das razões da tão rápida disseminação de *Striga*, porque normalmente neste movimento de um campo para outro apenas estão sementes da cultura contaminadas. Por outro lado, em Angola e em muitos países africanos, com o aumento da pressão populacional, os terrenos agricultáveis estão tornando-se cada vez mais escassos, não permitindo que qualquer

pequeno agricultor abandone a sua propriedade quando quer, mesmo na presença de severas infestações de *Striga*.

Não é fácil descrever a atual situação no Planalto Central de Angola e mais especificamente os sistemas de produção e os prejuízos que as plantas-parasita, particularmente, *Striga asiatica* causam na cultura de milho. O Planalto Central de Angola e zonas adjacentes lideram as produções do milho. Todavia, os rendimentos são muito baixos no sector familiar devido aos insumos agrícolas pouco acessíveis e práticas culturais não adequadas.

Na região, normalmente, o ano agrícola divide-se em duas épocas, a chuvosa, Setembro a Maio, registando um pequeno período seco também conhecido pelo “pequeno cacimbo”, em Fevereiro, raramente em Janeiro; a segunda época, a seca, conhecida vulgarmente por “cacimbo” decorre de Maio a Setembro.

Nesta região, a infestante parasita *S. asiatica* é conhecida de há muito e as suas infestações nas culturas de milho, milho-miúdo ou massango e sorgo/massambala têm-se agravado, ultimamente, na agricultura familiar, mas os prejuízos causados não são bem conhecidos. Todavia, de Groote *et al.* (2008) referiram perdas substanciais, estimadas em 25%, na cultura do milho em Angola. Na mesma região e zonas adjacentes, o milho é cultivado em grande escala em solos ferralíticos, que se identificam, de modo geral, com os ferralsolos (Raposo e Franco, 1999). Em Dias *et al.* (2006), este tipo de solos ocupa cerca de metade do território angolano (45,35%), apresenta conteúdo muito baixo em nutrientes minerais e em matéria orgânica, bem como baixa a muito baixa capacidade de troca catiónica (<15%) e grau de saturação de bases (<50%). Para a produção do milho, além de outros fatores concorrentes, maior atenção deve ser dada ao fósforo, azoto e enxofre, que apresentam forte carência. Além da baixa fertilidades dos solos, constituem também fatores limitantes da produção do milho a prevalência de ervas daninhas, pragas, doenças, cíclicas estiagens e mais recentemente, o agravamento de infestações de *Striga asiatica*, designada por “ONGUELIA”, na língua local “*umbumdu*”. A palavra ou nome “ONGUELIA”, significa “a onça come”, devora, dizima, as suas presas; onça e come (=“ongue” e “lia”), portanto, trata-se de uma palavra associada à grande desgraça, grandes destruições de milho. A origem da palavra “*onguelia*”, está associada à voracidade da onça com as suas presas

comparada à forma como *S. asiatica* dizima seus hospedeiros ou envenena os animais que eventualmente têm consumido a planta parasita. De facto, na presença de infestações severas de *S. asiática*, as culturas podem-se considerar dizimadas, devoradas, destruídas, tal como a onça arranha, despedaça, esgravata, devora, abocanha, consome, as suas presas.

No Planalto Central de Angola e regiões adjacentes a falta de milho significa ausência de comida para a grande maioria das populações dependentes da agricultura familiar. Para a sua cultura, o sistema de produção mais vulgarmente utilizado é a consociação, crescimento de duas ou mais culturas ao mesmo tempo e no mesmo espaço. Neste país, os pequenos agricultores têm acesso limitado a produtos químicos e equipamentos agrícolas, tão vulgares nos países desenvolvidos. Por isso, praticam a consociação por ser muito menos arriscada, pois se uma cultura falha a outra ou outras podem ainda ser colhidas (Machado, 2009; Dovala e Monteiro, 1914a). Uma das razões mais importantes para a sua utilização consiste em ser uma medida para minimizar as falhas totais de culturas e obter diferentes produtos para alimentação e geração de rendimentos familiares. Vários tipos de consociação foram sendo conhecidos e, presumivelmente, praticados na Grécia antiga, cerca de 300 anos AC. Theophrastus anotou que o trigo, cevada e certas leguminosas podiam ser cultivados frequentemente durante a estação de crescimento, integrados com videiras e oliveiras, indicando o conhecimento do uso de consociações (Papanastasis *et al.*, 2004).

Na região em estudo, o milho, sorgo e o milho-miúdo são cultivados em consociação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) ou outros feijões (*Phaseolus* spp.), feijão-macunde, soja [*Glycine max* (L.) Merr.], abóbora (*Cucurbita* spp.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), ervilhas (*Pisum sativum* L.), inhame (*Dioscorea* spp.), batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) e gergelim (*Sesamum indicum* L.).

No decurso das atividades do presente trabalho foram levadas a cabo diversas ações com a finalidade de recolher dados sobre o conhecimento prevalecente na memória dos pequenos agricultores sobre *Striga*, sua ocorrência, eventuais métodos de gestão que têm sido praticados, bem como o seu impacto nestas comunidades rurais.

2.2 Materiais e Métodos

Foram efetuados inquéritos dirigidos aos pequenos agricultores, diretores de opinião, autoridades tradicionais, entidades religiosas e outros membros da sociedade. O questionário incidiu sobre a percepção do problema e alerta do perigo que representa a incidência e propagação de *Striga asiatica*, em diversas localidades das províncias do Bié, Cuanza Sul e Huambo, de acordo com a metodologia descrita por Dovala (2005). No campo, os inquéritos foram realizados nas lavras, ao longo das estradas, próximo das aldeias e nas pequenas propriedades à volta das habitações. O universo do grupo alvo ficou constituído por 350 indivíduos, repartidos entre 25 a 50 de acordo com o número de pessoas encontradas, com idade igual ou superior a 13 anos.

Foram ainda avaliadas a densidade de infestação de *S. asiatica* e as produções de milho, semeado nas condições do pequeno agricultor, utilizando variedades e práticas locais, com ou sem adubação, na Cela, Menga, Puelele-Alto Hama, Chianga e Cahombo-Andulo. Por cada localidade foram selecionados três campos, um severamente infestado, outro com infestação média e o terceiro ligeiramente infestado ou livre de *Striga*. As medições, produtividade do milho (kg/ha) e densidade de *Striga* (nº de plantas por m²), foram feitas: 1 - nas parcelas de transição ou intermedias (Alto-Hama1, Andulo1, Cela1, Chianga1, Menga1) 2 - nas parcelas com maior infestação (Alto-Hama2, Andulo2, Cela2, Chianga2, Menga2) e, 3 - nas parcelas sem sintomas ou com ligeira ou nula infestação (Alto-Hama3, Andulo3, Cela3, Chianga3, Menga3). Isto é, a mancha ou faixa, submetida à medição de rendimento do milho, constava de três tratamentos em cada uma das cinco localidades referidas atrás. Tratou-se de um delineamento estatístico do tipo quadrado latino com três tratamentos e três repetições (3x3). Cada bloco ou repetição era delimitado do outro por intervalos de 1 m ou mais, de acordo com as dimensões e configuração das manchas. Cada parcela separada da outra por duas linhas, constava de duas linhas de 3 metros de comprimento. O tratamento -2- consistia na parcela situada no centro da mancha, isto é, na área com maior concentração de plantas de *Striga*, onde os sintomas manifestados eram mais severos.

Análise de dados

Todos os dados foram tratados estatisticamente através da análise de variância a um fator, ANOVA, com um nível de significância de 5%. Efetuou-se a análise dos dados recorrendo ao programa estatístico Statistix 9 e à elaboração dos gráficos no programa SigmaPlot 11.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Percepção e importância de *Striga asiatica*

Os inquéritos sobre *Striga*, efetuados em zonas rurais das províncias do Bié, Cuanza Sul e Huambo, municípios do Andulo, Cela, Cassongue, Bailundo, Londuibali e Huambo, mostraram que no centro de Angola a agricultura é praticada maioritariamente por mulheres. Esta realidade provém do facto de ainda serem as mulheres que trabalham na agricultura. Por outro lado, verificou-se que os índices de escolaridade eram inferiores para as mulheres. Nas três províncias o grupo etário com maior percentagem dedicado à agricultura foi o de 49-54 anos, seguido pelos dois grupos imediatamente anteriores. Isto é, a maioria dos homens e mulheres encontrada nos campos detinha uma idade entre os 37 e os 55 anos.

As Fig. 1 e 2 sintetizam as respostas dos inquiridos relativamente às diversas questões sobre a *Striga*. No inquérito sobre a percepção que os inquiridos tinham relativamente ao parasita foram feitas diversas perguntas.

Na resposta à pergunta “Já ouviu falar de *Striga*?”, no total dos 350 inquiridos, 73% responderam afirmativamente (Fig. 1).

Quando confrontados com a pergunta “Conhece *Striga*?” o “não” foi de 82% no Huambo e de 74% no Andulo. O desconhecimento da planta poderá explicar-se pelo fato dos inquiridos serem dirigentes, pequenos funcionários e operários. Em Londuibali/Puelele o “sim” foi de 90%. No total a percentagem do “sim” foi de 60% (Fig. 1).

Estas perguntas foram devidamente explicadas para não se confundir “ouvir falar” com “conhecer a planta”. Aqui a pergunta foi com o propósito de procurar saber se alguma vez nas conversas já escutou a palavra *Striga*. Por outro,

também havia o interesse em encontrar quem conhecesse a planta parasita, isto é, aqueles que já a viram ou a têm visto. A questão “Conhece *Striga*?” foi feita solicitando ao inquirido uma breve explicação de que planta se trata, habitualmente em que lugar se pode encontrar e qual a sua utilidade. O número de pessoas que já ouviu falar de *Striga* foi superior ao dos que conheciam a planta (Fig. 1).

A presença de plantas de *Striga* em plena floração permitiu confirmar a resposta dos que conhecem a planta porque já a tinham visto e sabiam a sua designação, embora apenas na língua local (*onguelia*). Mesmo não sabendo o nome da planta parasita, já a tinham visto ou já tinham encontrado. O número de respostas positivas sobre a questão “Já viu esta planta?” foi superior relativamente à questão “Sabe o nome da planta?”, 80 e 61%, respetivamente (Fig. 1).

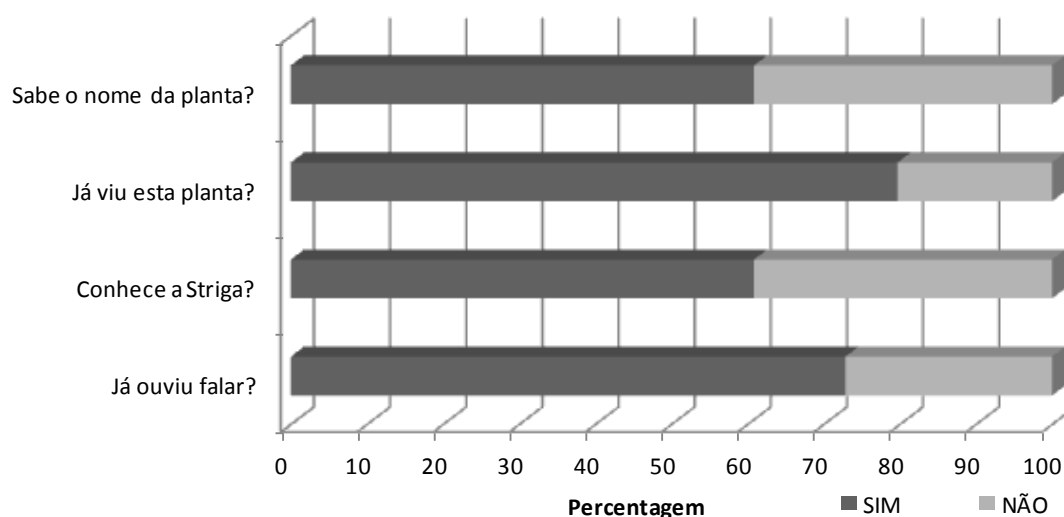


Figura 2.1. Perceção dos inquiridos (% em relação ao total de inquiridos) relativamente à planta parasita *Striga*, no Planalto Central de Angola.

Uma das componentes fortes da realização dos inquéritos consistiu na inventariação das medidas de gestão a que os pequenos agricultores recorrem perante ocorrências de infestações de *Striga* (Fig. 2). Começando pela monda manual, pode observar-se que, dos 350 inquiridos, apenas 24% controla infestações de *Striga* mediante a prática de arranque da planta com a raiz.

Os comentários complementares feitos por esse grupo permitiram compreender que esta técnica existe há muito e tem sido transmitida de geração a geração (Fig. 3). Pois, foram unânimes ao afirmarem que o arranque da planta apresenta

vantagens em relação à sacha porque, frequentemente depois desta, os campos ficam de novo cobertos de rebentos de *Striga*, ainda mais vigorosos do que as plantas-mãe. Contudo, segundo eles, o arranque manual é uma operação muito onerosa e por isso não se pratica perante grandes infestações.

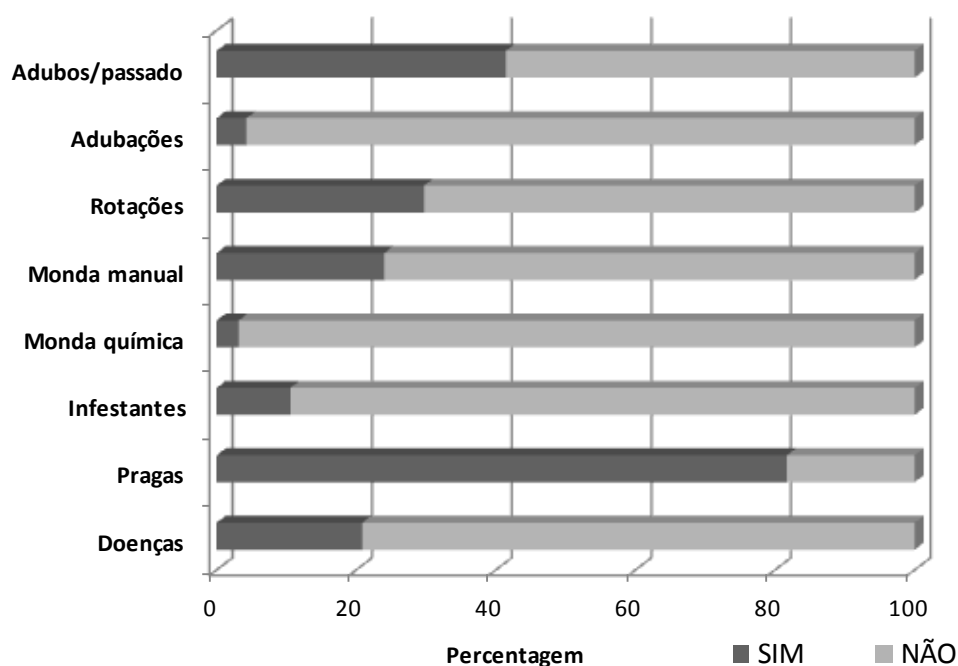


Figura 2.2. Percepção dos inquiridos (% em relação ao total de inquiridos) relativamente à gestão da cultura do milho, no Planalto Central de Angola.

A seguir à monda manual, vem a monda química (Fig. 2). Todavia, a análise dos resultados mostra que os herbicidas não são conhecidos no meio rural. Na agricultura empresarial e nas instituições de investigação e de ensino também os indicadores da sua utilização são muito baixos. Há ideia generalizada que a diferença entre um herbicida seletivo e um total reside apenas na dose de aplicação. Os receios de “queimar” as culturas podem justificar a rejeição do seu uso, associado à falta de conhecimentos das técnicas fitossanitárias.

Pode ainda constatar-se que, dos 350 inquiridos, 104 afirmaram que no caso de ocorrência de severas infestações de *Striga* a solução é substituir a cultura de milho por outras (mandioca, batata-doce, feijão, ginguba). Na linguagem técnica, são as chamadas rotações incluindo culturas neutras (mandioca e batata-doce) e culturas estimulantes de germinação mas não hospedeiras de algumas espécies de *Striga* (amendoim). Todavia, só na Menga/Cassongue é que a

percentagem dos que faziam rotações ultrapassava os que as não faziam, 58 e 42%, respetivamente. Perante infestações extremas que redundam em muito fracas ou nulas colheitas de milho a opção tem sido o abandono dos campos (Fig. 4).

Do total dos entrevistados apenas 15 se referiram às adubações no controlo da *Striga* afirmando que com elas reduziam as infestações de *Striga* e que, mesmo presentes, as colheitas obtidas eram satisfatórias. É ainda dentro deste grupo, em percentagem muito baixa (4%), que houve alguns reportando que a aplicação de sulfato de amónio podia reduzir a emergência de *Striga* ou “queimar” as plantas-parasita já nascidas. O uso de fertilizantes deveria merecer maior divulgação porque além da redução das perdas provocadas pela *Striga* permitiria o aumento das produções no geral.



Figura 2.3. Meninos com plantas de *S. asiatica* arrancadas com a raíz.
Prof. Ilídio Moreira com agricultores em Puelele, Alto-Hama.

Entre os vários fatores que estão na base da obtenção das baixas produções por parte dos pequenos agricultores, salientam-se a falta de adubos e as pragas como os mais importantes. Os inquiridos conscientemente sabem que estão praticando a agricultura em terrenos depauperados e em terras marginais. Nestas circunstâncias, o aumento da fertilidade do solo é indispensável e a restituição regular dos nutrientes retirados pelas culturas deve ser adotada como prática comum das comunidades agrícolas. É com base nesse pensamento que 68% dos inquiridos apontaram a falta de adubos como sendo um dos fatores principais que tem influenciado as baixas produções unitárias.

Embora seja uma necessidade urgente a formação dos pequenos agricultores na preparação de estrumes, a via mais rápida para fornecer nutrientes ao solo é através de fertilizantes químicos. O estrume de animais também pode jogar um

papel importante, no entanto, apresenta a desvantagem de poder servir de veículo de sementes de *Striga* (Berner *et al.*, 1997). É importante sublinhar que a manifestação dos primeiros sintomas não são suficientes para determinar a presença de *Striga*. Pois, são identiticos aos provocados pela deficiência de nutrientes e de água, bem comum pelas doenças comuns e nematoides das plantas. O pequeno agricultor fica na dúvida de acreditar que o agente causal da doença que enferma sua cultura é uma erva danhina que apenas aparece no campo semanas ou meses depois do surgimento da doença. E por cima, quando começa a florir considera-nas plantas muito bonitas, com flores vermelhas, até ao ponto de deixá-las permanecer no campo, quando realiza sachas e/ou mondas (Fig. 2.5).

Outro fator importante que limita as produções de milho, segundo os interlocutores, são as pragas. Como ilustra a Fig. 2.2, mais de 80% dos entrevistados apontaram as pragas como fator que tem dado origem as baixas produções. Vários argumentos foram apresentados, sendo o mais consistente o problema das brocas (*Sesamia* spp., *Buseola* sp.). Segundo os inquiridos que responderam “sim” nesta questão, as brocas do colo (*Agrotis* sp.) atacam as plântulas de milho logo após a germinação. Durante, o crescimento, as brocas do colmo causam estragos nas plantas e chegada a fase da maturação, as brocas da espiga marcam a sua presença nefasta.

Muitas outras pragas eclodem durante as fases culturais do milho, sendo posteriormente levadas do campo para os armazéns, como é o caso de algumas espécies de gorgulhos. Na verdade, sendo visíveis a olho nu, os estragos causados pelas pragas não têm sido subestimados pelos camponeses.

Alguns anciãos revelaram que o sucesso da agricultura no Planalto Central foi grande mérito dos missionários, chegados ao centro de Angola nas últimas décadas do século XIX (Henderson, 2001). Logo após a sua chegada, ficavam, necessariamente, na dependência dos nativos para uma quantidade de tarefas, incluindo a preparação de terras e cultivá-las para a sua autossuficiência.



Figura 2.4. Infestações severas de campos de milho por *Striga asiatica*. Abandono dos campos pelos pequenos Agricultores.

Com a inauguração do Instituto Currie na Missão Evangélica do Dondi, situada no atual município de Catchiungo (ex-Bela Vista), em 5 de Outubro de 1914, começaram a lecionar cursos de agricultura para professores, enfermeiros, pastores e catequistas colocados no meio rural (Henderson, 2001). Em geral, cada grupo de missionários integrava um Eng^o. Agrônomo, exemplo do Doutor, Eng^o. Agrônomo Allen Knight (PHD) na Missão do Dondi. A introdução da cultura da soja levou a que tivessem de ensinar processos de inoculação, divulgando também o procedimento que se devia ter na altura da sementeira, da colheita e da secagem. Nalguns locais do Centro de Angola a soja era conhecida por *feijão protestante*, pois tinham sido precisamente as missões a esforçarem-se por promover a sua cultura e o seu consumo. Às populações era ensinada como se seleccionavam as sementes e ainda como se debulhava o feijão e o milho. Segundo Henderson (2001) “Era um verdadeiro Desenvolvimento comunitário designado por Melhoramento do Povo”.



Figura 2.5. *S. asiatica*. Evidência de sintomas, enrolamento e seca das folhas seguido de morte das plantas. Antes e depois de emergência de *Striga*.

As técnicas de inoculação da soja e de compostagem tinham em vista a manutenção e aumento da fertilidade dos solos. Sob condições satisfatórias de fertilidade dos solos além do aumento dos rendimentos do milho a ação das plantas de *Striga asiatica* era minorada, pois cria-se um ambiente menos favorável para as plantas-parasita.

José Gonçalves, um missiólogo da Junta de Investigação do Ultramar, em Lisboa, concordava plenamente com o contraste que existia entre as comunidades religiosas e as outras em Angola. Acreditava-se que os dirigentes africanos dispunham de conhecimentos e talento para agirem, tanto como catequistas, como professores, como enfermeiros, como pastores, como bons agricultores, podendo dizer-se mesmo que eram mais eficientes que o pessoal estrangeiro com formação académica superior (Henderson, 2001).

Diniz (1973) referiu que o Planalto Central era habitado por agricultores hábeis e abertos às inovações, é uma grande verdade, no entanto não se trata de uma habilidade que surgiu naturalmente, foi o grande mérito dos missionários na formação dos nativos de Angola. Segundo Henderson (2001) o projecto de Extensão Rural de Angola, promovido pelo Eng.^o Agrónomo Herman Possinger, deu alguns resultados positivos graças à ação das igrejas. Foram elas que organizaram comunidades já com uma certa experiência em projetos de desenvolvimento comunitário para porem em prática o projeto de extensão rural de Possinger; aquelas comunidades, então organizadas, foram orientadas pelos dirigentes das igrejas locais.

Para o melhor entendimento, dos sistemas de produção praticados na região, durante as entrevistas foram recolhidas muitas outras informações básicas. Segundo os mais velhos (*seculos*) das comunidades, no passado as infestações esporádicas de *Striga* estavam sob controlo devido ao uso das práticas culturais adequadas, ensinadas pelos missionários para a conservação e melhoramento da fertilidade dos solos. Os pequenos agricultores da região também aprenderam muitas outras práticas culturais, mais adequadas, com os “boers”, chegados na Huila em 1880, andaram a pé com as suas manadas de gado, fugidos dos ingleses na Africa do Sul. Atingiram o centro de Angola pouco tempo depois. Os “boers” fixaram-se no meio rural, onde criaram as suas comunidades, isolados dos portugueses. Transmitiram, às comunidades nativas circunvizinhas, conhecimentos sobre tração animal, manutenção e aumento da fertilidade dos solos, mediante estrumações incluindo consociações e rotações com a ervilha-do-Congo (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), feijão-mucuna (*Mucuna pruriens*) e *Titonia* Desf. ex Jussieu (género pertencente à família *Asteraceae*). É por isso que, no centro e sul de Angola e também em Moçambique, a ervilha-do-Congo também é conhecida por feijão-bóer. Resta sublinhar que na região do Dondo-Malanje, a tração animal, na lavoura, começou a ser utilizada pelos missionários Metodistas ca. 1854.

A ervilha-do-Congo e o feijão-mucuna em consociação não competem com o milho. Podem extrair água e nutrientes de camadas profundas, suprimem *Striga* e muitas outras infestantes perenes (Capítulo IV). Melhoram a estabilidade de agregados e reduzem a acidez do solo, aumentam a matéria orgânica (MO) e o

azoto total (N) no solo, bem como o fósforo (P) disponível e a capacidade de troca catiónica-CTC (Vanlauwe *et al.*, 2002; Avav e Hilakaan, 2008). Reduzem os valores da razão carbono azoto (C/N). Aos valores baixos da razão carbono azoto (C/N) estão associados altos rendimentos de milho e infestações de *Striga* significativamente baixas. No Planalto Central de Angola a razão carbono/azoto aumenta com o arrastamento de azoto por lixiviação/lavagem pelas águas das chuvas, pelo que é recomendado semear cedo. Em adição, os exsudatos das raízes da ervilha-do-Congo podem dissolver o fósforo contido nas rochas (rochas fosfatadas), adsorvido ao ferro (Fe-P) e ao alumínio (Al-P), tornando-o num nutriente disponível para as culturas (Ae *et al.*, 1990; Otani e Ae, 1997). Segundo Vesterager *et al.* (2006) os genótipos de ervilha-do-Congo de ciclo longo, tipicamente cultivados em África, utilizam várias fontes de fosforo (P) de forma mais eficiente do que os seus homólogos mais precoces. Também, as populações locais aprenderam muito sobre técnicas culturais mais adequadas com os padres alemães e portugueses que recolheram *Striga* na Huila.

Adicionalmente, os produtores inquiridos lamentavam que os aumentos de infestações de *S. asiatica* eram consequência de falta de assistência técnica e que do pouco que sabiam sobre a planta-parasita aprendiam-na imitando os vizinhos das lavras, com experiência adquirida, por sua vez, dos seus antepassados. Também referiram que os que cultivavam milho, à volta das habitações, consociado com soja, gergelim e manjerição, raramente observavam plantas de *Striga* nas suas propriedades. Entrevistas similares que têm sido realizadas no Kenya têm revelado que a soja e *Desmodium*, em consociação com milho, são as melhores leguminosas para suprimir *Striga*, pois as duas culturas têm tido o mesmo efeito (Odhiambo *et al.*, 2009, 2011; Khan *et al.* 2009, 2010). A soja tem a dupla vantagem de servir para a alimentação humana e ter mercado assegurado, pois a procura é maior que a oferta. Quanto ao *Desmodium*, mesmo no Kenya, é mais procurado e cultivado pelos agricultores que também são criadores de gado.

Na área de Chinhama e Cangote, sul do município do Chinguar, província do Bié e em todo o planalto central, *S. asiatica* (*Onguelia*) foi sempre de ocorrência geral, em solos depauperados pelas sementeiras consecutivas de milho durante vários anos, desde a antiguidade (comun. Pessoal de Superintendente Chefe e

empresário agropecuário de grande prestígio, Manuel Vinevala, 2009). Outrossim, no dicionário de umbundu/português, de autoria de Sua Reverendíssima o Pastor Henrique Etaungo Daniel, *Striga* significa planta que faz mal às culturas e é designada por “onguelia” em “umbundu” (Daniel, 2001). No passado, era controlada por meio de práticas culturais adequadas incluindo consociação de milho com soja inoculada.

Ficou evidenciado que em Angola, *S. asiatica* é conhecida de há muito. Os primeiros registos são de 1857, Malanje: *Welwitsch* 5880 (COI!), 5881 (LISU!, COI!), presumivelmente recolhidos nas famosas hortas de Pungo Andongo que existiram, tendo sido visitadas a propósito por David Livingstone, em 1854. Naquela altura já se cultivava muito milho entre Dondo e Pungo Andongo, pois as crianças do ensino primário pagavam as suas mensalidades com milho e o Director da Missão Metodista, Karl Rudolph, utilizava uma charrua MacCormick puxada por duas juntas de boi na lavoura e sementeira de milho (Henderson, 2001).

No Planalto Central e zonas adjacentes, na chamada zona tradicional da cultura do milho, os primeiros exemplares de *Striga* são da Huila, Missão do Munhino, 1901: *Dekindt* 282, 1153 (LISC!); Huambo, Bailundo, 1906-1908: *Wellman* 1769 (K); Kwanza Sul, Amboim, Rio Cuvo = Keve, Sanga (Comuna à leste do actual Município da Cela, limites com Bié e Huambo), 1908: *Gossweiler* 4466 (COI!); Benguela e Huila, Ganda e Caconda, 1934: *Otto Hundt* 942 (COI!). Na Fig. 2.6, estão representados dois espécimes, um recolhido na cultura do milho em 1963, na Chianga, Estação Experimental Agrícola - sede do Instituto de Investigação Agronomia, abreviadamente IIA e outro colhido recentemente em campos de agricultores, nos arredores da Chianga,

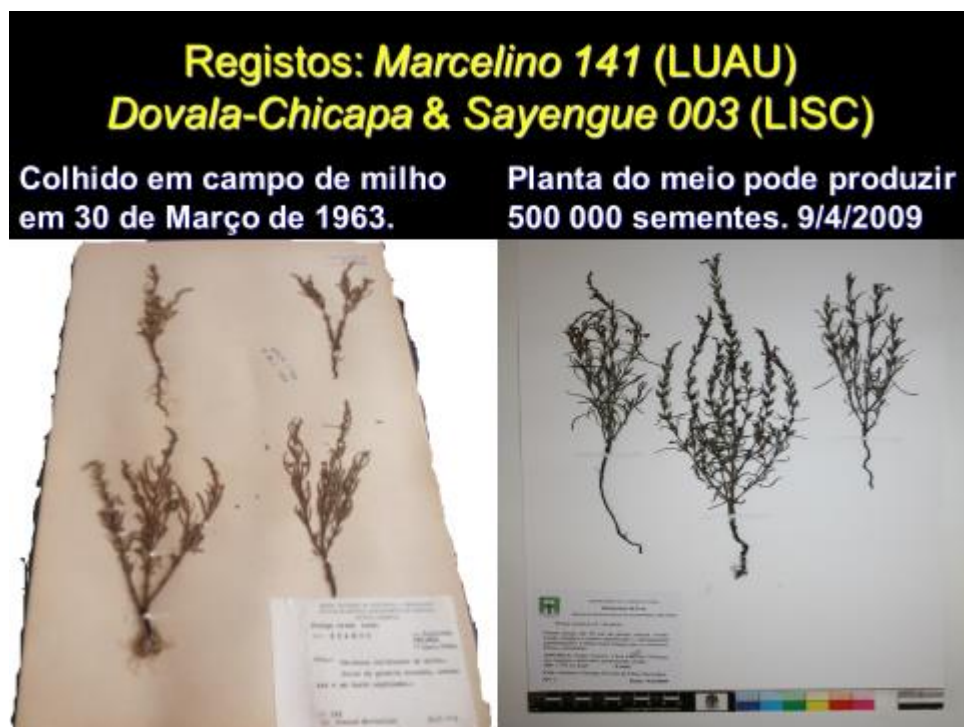


Figura 2.6. Espécimes colhidos em milho na Chianga.

2.3.2 Produtividade do milho vs. infestações por *Striga asiatica*

Os resultados sobre a avaliação das produções de milho e número de plantas de *Striga asiatica* por m², com adubação na Cela e Chianga, bem como sem adubação na Menga, Alto Hama, e Andulo apresentam-se na Fig. 2.7. As infestações por *S. asiatica* diminuíram significativamente com o uso de adubação mineral. Verificou-se que a aplicação de adubo na Cela e Chianga teve efeito altamente significativo na emergência da planta parasita e no rendimento de milho. O número de plantas de *Striga asiatica* por m² foi inferior na Cela e Chianga, em todas as modalidades, comparativamente com as emergências na Menga, Alto-Hama e Andulo.

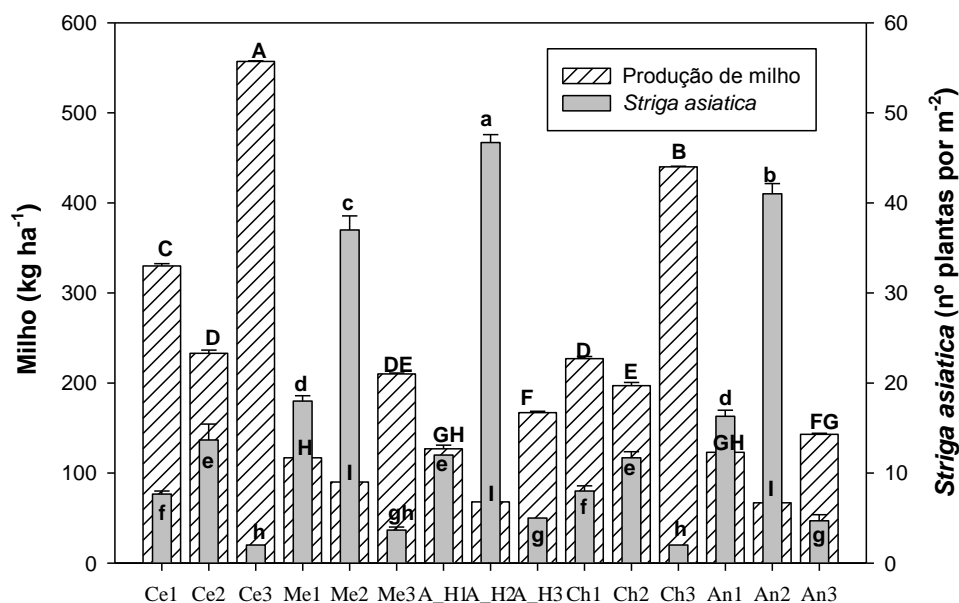


Figura 2.7 - Relação entre o rendimento do milho e as infestações (emergência) por *Striga asiatica* Lour., nos ensaios de campo com milho semeado nas condições do pequeno agricultor.

Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas para a densidade de *S. asiatica* e maiúsculas para a produção do milho, não diferem estatisticamente entre si pelo teste da MDS para $p < 0,05$.

Legenda: Ce1 – Cela1; Ce2 – Cela2; Ce3 – Cela3; Me1 - Menga1; Me2 – Menga2; Me3 – Menga3; A_H1 - Alto-Hama1; A_H2 - Alto-Hama2; A_H3 - Alto-Hama3; Ch1 – Chianga1; Ch2 – Chianga2; Ch3 – Chianga3; An1 – Andulo1; An2 – Andulo2; An3 – Andulo3

No rendimento do milho a adubação implicou aumentos de produção significativos, quer na ausência (Ce3 – Cela3; Ch3 – Chianga3), quer na presença (Ce2 – Cela2; Ch2 – Chianga2) da planta parasita (Fig. 2.7). Ainda na Fig. 2.7, pode ser feita a comparação entre o rendimento do milho adubado, já referido e do milho sem adubação na fraca presença, (Me3 – Menga3; A_H3 - Alto-Hama3; An3 - Andulo3) e na forte presença, (Me2 – Menga2; A_H2 - Alto-Hama2; An1 – Andulo1) da planta-parasita. Relativamente à produtividade registaram-se diferenças altamente significativas entre as três modalidades, tanto em campos adubos (Cela, Chianga), como em não adubados (Menga, Alto-Hama, Andulo). Com a adubação as produções situaram-se entre 200 a 550 kg/ha e sem adubação entre 100 a 235 Kg/ha. Em ambas as situações, o rendimento do milho foi inversamente proporcional ao número de plantas de *S. asiatica* por m².

Os resultados deste estudo mostraram que o aumento da fertilidade dos solos implica reduções na emergência das plantas de *Striga asiatica* e aumenta o rendimento do milho. O pequeno agricultor com conhecimentos e capacidades de gerir *S. asiatica* pode colher 500 kg/ha ou mais, continuando com as suas práticas inadequadas perde quatro vezes (4x) aquela produção. Anualmente verifica-se um aumento da intensidade e área de infestações, com maior incidência no Planalto Central de Angola e zonas adjacentes, particularmente na pendente Sul e Oeste (Fig. 2.7). Como consequência, a miséria e a insegurança alimentar vão se agravando de ano para ano.

A revisão bibliográfica consultada e inquéritos efetuados confirmaram que o pouco conhecimento existente sobre a presença de *S. asiatica* não está documentado, baseando-se apenas nos conhecimentos que foram passando de uma geração para outra, transmitidos por via oral.

Na maioria das localidades de incidência do presente estudo nenhuma medida de gestão de *S. asiatica* é praticada, além do arranque manual e da destruição accidental quando a sacha é realizada depois da emergência das plantas-parasita. A razão pela qual os pequenos agricultores não usam nenhuma prática cultural para eliminação de *S. asiatica* deve-se à falta de informações e de recursos financeiros, não sendo suficientes para suportar os custos elevados dos adubos e pesticidas. Os ganhos não compensam os custos. Em muitos casos, na presença de infestações severas a única solução é o abandono dos campos, uma opção muitas vezes não viável, com o aumento da pressão populacional as terras estão se tornando cada vez mais escassas.

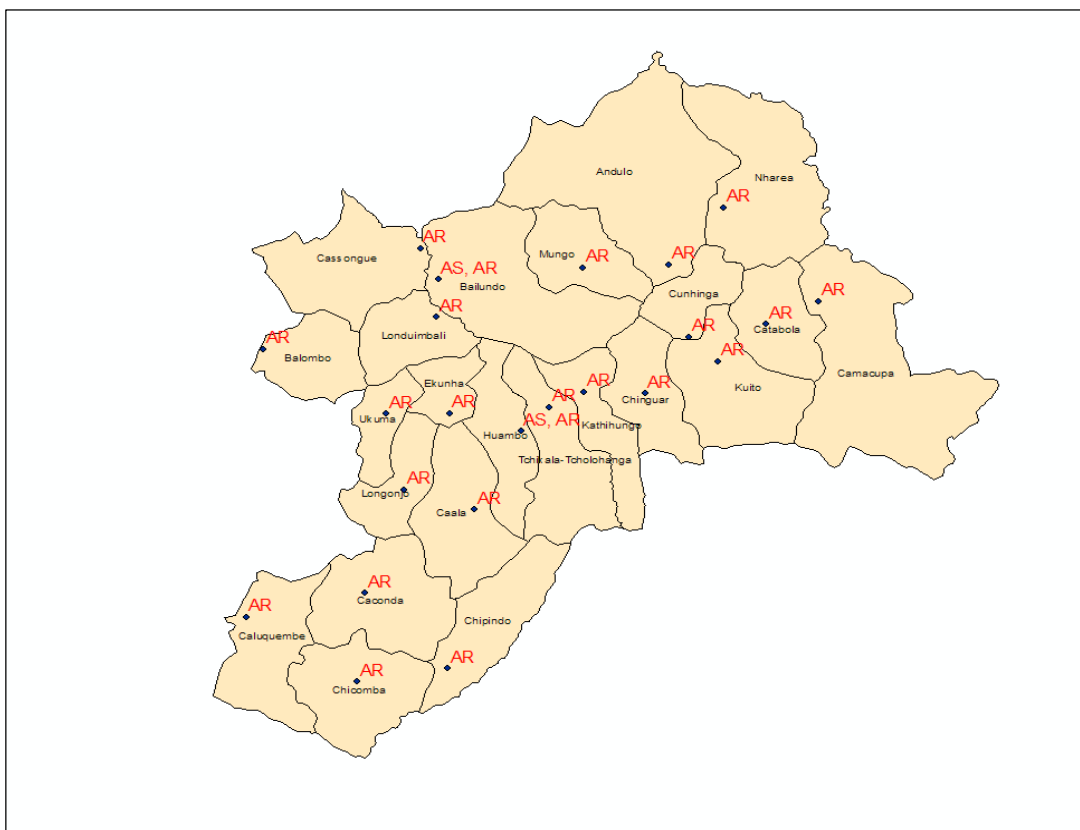


Figura 2.8 - Infestações de *Striga asiatica* no Planalto Central (Angola). AS – inventários até 1975; AR – inventários 2004 - 2012

Vários métodos de gestão de *Striga asiatica* foram desenvolvidos nos Estados Unidos da América ao longo dos últimos 70 anos, desde a sua introdução neste país. As razões pelas quais estes métodos não estão a ser aplicados em África são de ordem económica. Exigem materiais e equipamentos muito caros que não estão ao alcance dos pequenos agricultores angolanos e africanos em geral. Os sistemas agrícolas tradicionais em África incluíam o cultivo de cereais tolerantes à *Striga* e pousios prolongados, bem como rotação de culturas. Devido ao aumento da pressão populacional o uso de pousio quase já não é praticável, ao mesmo tempo, a cultura de cereais, como o milho, mais suscetível à *Striga*, em monocultura, tem estado na base do aumento considerável das infestações e de áreas abrangidas. Isto faz com que o problema de *Striga* esteja a aumentar para um nível muito elevado.

Atualmente, a consociação é vulgarmente usada em muitas regiões tropicais do mundo em desenvolvimento, particularmente na agricultura familiar. É praticada por ser muito menos arriscada, pois se uma cultura falha a outra ou outras podem

ainda ser colhidas. Se ela é considerada como o renascimento de uma prática cultural em resposta aos problemas com a monocultura, não pode ser vista como o regresso para formas arcaicas de agricultura camponesa, mas, sim, como uma adoção de aspetos úteis da agricultura moderna. Os sistemas de consociação, provavelmente, podem encontrar o seu melhor uso na moderna agricultura orgânica. Como as plantas-parasita do género *Striga* constituem um problema importante para os agricultores em África, vários métodos têm sido desenvolvidos para a sua gestão. O problema é que o efeito económico destes sistemas é difícil de estimar e portanto, tem sido difícil determinar qual é o mais favorável economicamente para convencer os pequenos agricultores. Eles são avessos ao risco e por isso muito relutantes a mudanças de atitudes ou de sistemas de culturas habitualmente praticados.

No entanto, a consociação de milho com culturas-armadilha, em particular leguminosas utilizadas para alimentação humana (soja [*Glycine max* (L.) Merr.], feijão-macunde (*Vigna unguiculata* (L) Walp), gergelim *Sesamum indicum* L., ervilha-do-Congo ou feijão-boer (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), *Mucuna pruriens*), complementada com doses modestas de adubação mineral pode constituir uma medida adequada de gestão de *Striga asiatica* na agricultura familiar (Dovala e Monteiro, 2014a;b). A consociação de milho com algumas espécies do género *Desmodium*, leguminosas forrageiras com alto valor, melhoradoras dos solos e inibidoras de *Striga*, bem como *Tripsacum laxum*, gramínea com maior eficiência na redução do banco de sementes de *Striga* no solo, também deve ser encorajada. Na presença de exsudatos de raízes de *T. laxum* a indução de sementes de *Striga* para germinar é mil vezes superior a do milho (Dovala e Monteiro, 2014a). Por outro lado, a soja tem o mesmo efeito do *Desmodium*. No Kenya e Uganda a semente de *Desmodium* é mais procurada pelos agricultores criadores de gado ao mesmo tempo. Por isso, é de esperar que no caso de Angola a melhor aposta venha a recair sobre a consociação de milho com soja. Em Angola, *Striga asiatica* é conhecida de há muito. Dovala lembra-se de ter conhecido *Striga* nos anos 60 na propriedade de sua mãe (Comun. pessoal). O Professor Catedrático Emérito do ISA, Ilídio Moreira referiu “ter conhecido *Striga* na Chianga, em Fevereiro de 1992, plantas colhidas pelo Eng. Fernando Marcelino, num campo de milho. *Striga* constitui um tema atual.

2.4 Referências Bibliográficas

- Ae, N.; Arihara, J.; Okada, K.; Yoshihara, T. e Johansen, V. (1990). Phosphorus uptake by Pigeonpea and its role in cropping systems of the Indian subcontinent. *Science*, vol. 284, p. 477-480.
- Alves, J. Almeida (1986). *Fertilidade de alguns solos e problemas dela decorrentes*. INIA.
- Avav, T.; Shave, .PA. e Hilakaan, P.H. (2008). Growth of *Mauna accessions* under fallow and their influence on soil and weeds in a sub-humid savanna environment. *Journal of Applied Biosciences*, vol. 10, p. 442-448.
- Berner, D. K.; Ikie, F. O. e Green, J. M. (1997). ALS-inhibiting herbicide seed treatments control *Striga hermonthica* in ALS-modified corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, vol. 11, p. 704 – 707.
- Daniel, H. E. (2011). *Dicionário umbundu/português*. 3ª Ed.
- De Groote, H.; Wangare, L.; Kanampiu, F.; Odendo, M.; Diallo, A.; Karaya, H. e Friesen, D. (2007). The potential of herbicide resistant maize technology for *Striga* control in Africa, *Elsevier*. Kenya.
- De Groote, H.; Wangare, L.; Kanampiu, F.; Odendo, M.; Diallo, A.; Karaya, H. e Friesen, D. (2008). The potential of a herbicide resistant maize technology for *Striga* control in Africa. *Agricultural Systems*, vol. 97, p. 83 – 94.
- Dias, J. C. Soveral; Moreira, T.; Costa, A.V.; Ucuassapi, A.P. (2006). Acerca da fertilidade dos solos de angola II. Elementos sobre a fertilidade de importantes agrupamentos de solos das Províncias do Bengo, Cuanza Sul, Benguela, Huambo, Bié, Moxico, Huila e Cunene. In: Moreira I. (org.) *Angola. Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural*, Lisboa, vol. 1, p. 497-515.
- Diniz, A. Castanheira. (1973). *Características Mesológicas de Angola*. Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola (MIAA), Nova Lisboa, p. 482.
- Diniz, A. Castanheira. (1998). *Angola. O Meio Físico e Potencialidades agrárias*. Instituto para a Cooperação Económica, 2ª ed., Lisboa, p. 189.
- Dovala, A.Chicapa. (2005). *Striga* na cultura do milho em Angola. Controlo com adubações azotadas e consociação com *Desmodium intortum* e *D. uncinatum*. *Dissertação de Mestrado em Agronomia e Recursos Naturais*. Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Agostinho Neto e Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa. Huambo, Angola. P. 97.
- Dovala, A. Chicapa. e Monteiro A. (2013) - Controlo químico de *Striga asiatica* por recurso a sementes revestidas de milhos resistentes ao imazapir. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 36, n. 4, p. 466-474.
- Dovala, A. Chicapa. e Monteiro A. (2014a) - Gestão de *Striga asiatica* em milho no Planalto Central de Angola - consociação com plantas-armadilha leguminosas e gramíneas. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 37, n. 1, p. 80-88.
- Dovala, A. Chicapa. e Monteiro A. (2014b) - Influência do azoto amoniacal na emergência de *Striga asiatica* em milho (Planalto Central de Angola). *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 37, n. 1, p. 89-99.
- Dovala, A. Chicapa; Monteiro, A.; Moreira, I. e Tomás, A. A. (2006). *Striga* na cultura de milho em Angola. Controlo com adubações azotadas e consociação com *Desmondium* spp. In Moreira. I. *Angola. Agricultura. Recursos Naturais. Desenvolvimento Rural*, vol.1, p. 141-160.

- Doutel, F. Serafim e Russo, A.J. (1989). *Avaliação dos Recursos de investigação agrária nos países da SADCC*. Relatório de Angola. Gaborone, Botswana, vol. 2.
- Ejeta, G. (2007). The *Striga* scourge in Africa: a growing pandemic. In *Integrating New Technologies for Striga Control: Towards Ending the Witch-hunt* (Ejeta, G. e Gressel, J., eds). World Scientific Publishing Co Pte Ltd, p. 3–16.
- Good, R.D. (1930). Gossweiler's Portuguese West African Plants. Dicotyledones: Gamopetale. *Journal of Botany*. (Supplement II), vol. 68, p. 120-121.
- Henderson, W. L. (2001). A Igreja em Angola. Um rio com várias correntes. Ed. 2, p. 494.
- Henriques, I.C.F. (2008). *Gestão de infestantes de culturas agrícolas em Angola. Casos de estudo - milho e batata na Província do Huambo*. Dissertação de doutoramento em Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, p. 224.
- Henriques I C, Moreira I, Monteiro A, Basto MFP e Duarte MC, 2010. *Infestantes de Culturas Agrícolas. Planalto Central (Angola)*. Série Didáctica Herbologia 4 (Moreira I e Monteiro A, Coords.). ISAPress, Lisboa, p. 118.
- Hiern, W.P. (1898). *Striga* Lour.; Benth. e Hook. f. Gen. Pl. ii. 968. (Scrophulariaceae). *Catalogue of the African plants collected by Dr. Friedrich Welwitsch in 1853-61*. British Museum (Natural History), London, vol. 1, n. 3,
- Khan, Z.; Pickett, J.; Wadhams, L.; Hassanali, A.; Midega, C. (2006). Combined control of *Striga hermonthica* and stemborers by maize-Desmodium spp intercrops, *Elsevier*. Kenya.
- Khan, Z.; Midega, C.; Wanyama, J.; Amudavi, D.; Hassanali, A.; Pittchar, J. e Pickett, J. (2009). Intergartion of edible beans into the push-pull technology developed for stemborer and *Striga* control in maize- based cropping systems. *Elsevier*. Kenya.
- Khan, Z.; Midega, C.; Pittchar, J.; Pickett, J. e Bruce, T. (2010). Push and pull technology: a conservation agriculture approach for intergrated manegment of insect pests, weeds and soil helth in Africa. *International Journal Of Agricultural Sustainability*, p. 162-170.
- Machado, S. (2009). Conservation in practice. Does intercropping have a role in modern agriculture? *Journal of soil and water conservation*, vol. 64, n. 2, p. 55-57.
- Marcelino, F.A.B. (1973). Zonagem do milho de sequeiro em Angola. *Série Científica*. Instituto de Investigação Agronómica de Angola. Nova Lisboa, vol, 29.
- Odhiambo, J.; Vanlauwe, B.; Tabu, I.; Kanampiru, F. e Khan, Z. (2009). *In-vitro selection of soybeans accession for induction or germination of Striga hermonthica*. Kenya.
- Odhiambo, J.J.O. (2011). Potential use of green manure legume cover crops in smallholder maize production systems in Limpopo province, South Africa. *African Journal of Agricultural Research*, vol 6, p. 107-112.
- Otani, T. e Ae, N (1997). The exudation of organic acids by pigeonpea roots for solubilizing iron- and aluminum bound- phosphorus. In *Plant nutrition for sustainable food and environment*. Eds T Ando et al., Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands, p.325-326.
- Papanastasis, V. P.; Arianoutsou, M; Lyrantzis, G. (2004). Management of biotic resources in ancient Greece. *Proceedings of the 10th Mediterranean Ecosystems (MEDECOS) Conference*, Rhodes, Greece, p. 1-11.

- Parker, C. (2012). Parasitic Weeds: A World Challenge. *Weed Science*, vol. 60, p. 269–276.
- Parker, C. (2009). Observations on the current status of *Orobanche* and *Striga* problems worldwide. *Pest Manag. Sci.* 65, 453–459.
- Timko, M.P. e Singh, B B. (2008). Cowpea, a multifunctional legume. In P. H. Moore and R. Ming, eds. *Genomics of Tropical Crop Plants*. New York: Springer Science + Business Media, p. 227–258.
- Vanlauwe, B.; Aihou, K.; Iwuofor, E.N.O.; Houngnandan, P.; Diels, J.; Manyong, V.M. e Sanginga, N. (2002). Recent development of maize-based systems: the role of legumes in N and P nutrition of maize in the moist savanna zone of West Africa. In: Carsky, R.J., Eteka, A.C., Keatinge, J.D.H. & Manyong, V.M. (Eds.). *Cover crops for Natural Resource Management. In West Africa. Proceedings of a Workshop Organized by IITA and CEIPCA, 26-29 October 1999, Cotonou, Benin*, p. 3-13.
- Vesterager, J.M., Nielsen, N.E e Høgh-Jensen, H. (2006). Variation in phosphorus uptake and use efficiencies between pigeonpea genotypes and cowpea. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 29, p. 1869–1888.
- Westwood, J. H.; de Pamphilis, C. W.; Das, M; Fernandez-Aparicio, M.; Honaas, L. A.; Timko, M. P.; Wafula, E. K.; Wickett, N. J. e Yoder, J. I. (2012). The Parasitic Plant Genome Project: New Tools for Understanding the Biology of *Orobanche* and *Striga*. *Weed Science*, vol. 60, p. 295 – 306.

CAPÍTULO III

IDENTIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DO GÉNERO *STRIGA* EM ANGOLA

3 Identificação e distribuição do género *Striga* em Angola

3.1 Introdução

As plantas parasitas do género *Striga* Lour., conhecidas vulgarmente por capim-feiticeiro, constituem a causa mais importante da redução da produção de culturas em África, na Índia e no Sudeste da Ásia (Ejeta, 2007; Scholes & Press, 2008; Bado *et al.*, 2012). O seu grande impacto deve-se ao facto dos seus hospedeiros serem culturas de subsistência amplamente cultivadas pelas populações naqueles continentes, designadamente milho (*Zea mays* L.), sorgo/massambala [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], milho-miúdo/massango (*Pennisetum glaucum* L.), “oluco ou luco” ou capim-coraçana (*Eleusine coracana* L.), *Panicum* spp., *Digitaria* spp., arroz (*Oryza sativa* L.), arroz-de-sequeiro (*O. glaberrima* Steud.), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), leguminosas, como feijão-macunde [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] e amendoim (*Arachis hypogaea* L.), e solanáceas, caso do tabaco (*Nicotiana tabacum* L., *Nicotiana benthamiana* Domin).

Actualmente, mais de 50 milhões de hectares de terras aráveis, cultivadas com cereais e leguminosas da África subsaariana, estão infestados por uma ou mais espécies de *Striga*, resultando perdas de rendimento anual estimadas em mais de 10 biliões de dólares americanos (Ejeta, 2007; Scholes & Press, 2008; Patil & Angadi, 2008; Bado *et al.*, 2012; Westwood *et al.*, 2012). Os prejuízos anuais podem variar de 15% a 100% do rendimento das culturas, dependendo da severidade de infestação, fertilidade dos solos, condições agroclimáticas, susceptibilidade e tolerância/resistência das culturas (Oswald & Ransom, 2004; de Groote *et al.*, 2008; Parker, 2009; Ransom *et al.*, 2012).

Em Angola, Welwitsch e Gossweiler, dois importantes estudiosos da flora deste país, referiram-se à *Striga* como parasita das culturas, designadamente de *Poaceae*, *Leguminosae*, *Convolvulaceae* (Hiern, 1898; Good, 1930; Gossweiler, 1953).

De acordo com as anotações registadas em exemplares de herbário do Jardim Botânico Tropical do Instituto de Investigação Científica Tropical (LISC) e das Universidades de Lisboa (LISU) e de Coimbra (COI), foi o médico e botânico austríaco Friedrich Welwitsch quem primeiro identificou os espécimes do género

Striga recolhidos nas actuais províncias de Luanda, Bengo, Cuanza Norte, Benguela e Huila. São do ano de chegada a Angola (1853) os primeiros números da sua coleção de plantas de *Striga* e as notas nos seus livros de campo, designadamente sobre *Striga orobanchoides* (R. Br.) Benth. [= *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke], parasita da espécie *Shutereaia bicolor* Choisy da família *Convolvulaceae* (Hiern *et al.*, 1898). Até 1860, Welwitsch recolheu vários espécimes de *Striga* que hoje se encontram distribuídos por diversos herbários da Europa, África e América, alguns dos quais viriam a ser tipos.

Entre 1860 e 1900, são escassas as colheitas existentes e devem-se a Newton (1883, COI!), Anchieta (1887, COI!) e Hugo Baum (1889-1900, COI!, LISU!). A segunda grande inventariação do género *Striga* foi efectuada pelo botânico e médico suíço John Gossweiler entre 1900 e 1950 (Good, 1930; Gossweiler, 1953; Figueiredo & Smith, 2008). Os primeiros números da sua colecção datam de 1900, ano em que começou a trabalhar em Angola.

Até 1975, a lista de colectores que herborizaram *Striga* em Angola é extensa, destacando-se Hugo Baum (Expedição ao Cunene-Zambeze 1899-1900); os padres/missionários José Maria Antunes (1881-1903), Eugène Dekindt (1893-1904) e Charles Tisserant (1942); a missão botânica de Luís Wittnich Carrisso, Arthur W. Exell & Francisco A. Mendonça (1937), em que Carrisso faleceu em Pedras Salvadoras (Pico de Azevedo), no Namibe (Figueiredo & Smith, 2008); as campanhas botânicas de Eduardo José Mendes (1955-1956, 1959-1960); e Paul J. R. Bamps com Eurico S. Martins, António Raimundo, G. Cardoso de Matos, Manuel da Silva e João M. Figueira (1973). Segundo Figueiredo & Smith (2008), citando a obra publicada por Warburg (1903) sobre os resultados da Expedição ao Sudeste de Angola, foram descritos 280 novos *taxa* para a ciência, com 309 números de colheita citados como tipos. Os mesmos autores referiram que àquele número tem de ser adicionado um número indeterminado de *taxa* publicados posteriormente com base nas mesmas colecções, cujo número registado de tipos de Baum (incluindo isótipos) é 1209. No caso de *Striga* o exemplo é de *S. bilabiata* (Thunb.) Kuntze subsp. *bilabiata* = *Striga thunbergii* var. *grandiflora* Engl., in Baum-Kunene Samb. Exped. 369. 1903. Type: Angola. Longaminindung, *Baum* 552 (COI!). Igualmente, a botânica e agronomia angolanas nada têm a perder ao render eterna homenagem a Fernando Marcelino (até 1992), Joaquim Brito Teixeira (1959-1969), Luís A. Grandvaux

Barbosa (1960-1972), Oscar Azancot de Menezes (1959-1973) e António Rodrigues da Fonseca Raimundo que, entre outros, enriqueceram a lista de colectores em Angola (Figueiredo & Smith, 2008).

As espécies *Striga asiatica* (L.) Kuntze e *Striga hermonthica* (Delile) Benth. são as mais devastadoras em África porque parasitam culturas da família das *Poaceae* com grande importância económica, designadamente milho, sorgo e milho-miúdo (massango). A sua ocorrência constitui um grande problema para os pequenos agricultores de subsistência na África subsaariana e representa hoje a maior barreira biológica para a produção de alimentos na região (Ejeta, 2007; Parker, 2009, 2012).

S. forbesii Benth. tem constituído o principal factor limitante da expansão da orizicultura em países africanos, além de parasitar milho e sorgo. Num futuro próximo, esta espécie poderá constituir um problema dado que a cultura do arroz está a ganhar alguma expressão, particularmente nos países da África ocidental, central e do leste.

Para fazer face às infestações de *S. hermonthica*, *S. asiatica* e *S. forbesii* o Centro Africano de Investigação do Arroz (Africa Rice Center), com sede em Cotonou (Benim), desenvolveu uma nova variedade de arroz designado NERICA (New Rice for Africa, Novo Arroz para África) (Otsuka & Kalirajan, 2006).

Em Angola, a cultura do arroz, que já teve expressão, está a ser relançada. Todavia, o conhecimento das espécies do género *Striga* potencialmente prejudiciais à cultura é, ainda, insuficiente. Em zonas húmidas e alagadas de Angola, ambiente propício à cultura do arroz de inundação não controlada, apenas estão inventariados três exemplares de *S. forbesii*: Malange, Pungo Angongo, ca. 1857: *Welwitsch* 5893 (LISU!); Cuanza Norte, margens do rio Cuanza, 1883: *Johnston* 83 (K); Moxico, entre-os-rios Masanu e Katetele, 1938: *Milne-Redhead* 4155 (K). São exemplares colhidos na região húmida e com chuvas abundantes do norte de Angola, bem como nas chamadas “chanas” do leste do país.

S. gesnerioides é outra espécie importante que, de acordo com alguns autores, é a espécie morfologicamente mais variável e com distribuição geográfica mais alargada em África (Parker & Riches, 1993; Timko & Singh, 2008; Timko *et al.*, 2012). É a única espécie que parasita hospedeiros de folhas largas e não cereais ou outras gramíneas. Apresenta hospedeiros específicos de diversas famílias,

designadamente *Bignoniaceae*, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae* *Fabaceae* e *Solanaceae* (Parker & Riches, 1993; Parker, 2012; Timko *et al.*, 2012). Entre os hospedeiros com maior importância agronómica, o feijão-macunde, leguminosa de grão seco mais importante cultivada no continente africano, é o hospedeiro preferido (Timko & Singh, 2008; Parker, 2009). Existem vários morfotipos distintos (Botanga & Timko, 2006; Tonessia *et al.*, 2009), mas com uma gama de hospedeiros ainda mais restrita, sendo que há formas específicas e com severidade diferencial para variedades de feijão-macunde. No nordeste da Nigéria, as infestações dos campos de feijão-macunde têm sido estimadas em 81% (Dugje *et al.*, 2006), embora muitas outras espécies dentro da gama de famílias de hospedeiros costumem ser parasitadas em quase toda a África e no sul da Ásia (Timko *et al.*, 2012). Por vezes, *S. gesnerioides* confunde-se com *Alectra vogelii* Benth, cujos hospedeiros são idênticos (Parker, 2009; 2012).

Em 1960: *Barbosa & Correia* 8937 (COI!, LISC!) refere, pela primeira vez, *Striga asiatica* como a infestante que mais prejuízos causa nas culturas de milho em Angola, podendo constituir praga perigosa em determinados anos. Diversos colectores, designadamente Abel M. de Andrade, António Raimundo, Óscar Azancot de Menezes, Joaquim Brito Teixeira, Eurico S. Martins, Fernando Branco Marcelino, G. Cardoso de Matos, João Maia Figueira, Manuel da Silva, Paul J. R. Bamps anotaram em exemplares de herbário (COI!, LUAU!, LISC, LISU!) que *Striga asiatica* era recolhida com frequência em campos de culturas, particularmente de milho, em determinados anos e associaram *S. gesnerioides* à quebra de produções em *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Os primeiros registos da ocorrência de *S. asiatica* no Planalto Central de Angola são de 1906-08, no Bailundo, recolhidos por Frederick Creighton Wellman, médico canadiano que trabalhou no Hospital da Missão Evangélica com o mesmo nome (Bailundo): *Wellman* 1769 (K) e de 1908, na Sanga, Cela: *Gossweiler* 4466 (COI!), por John Gossweiler. Nesta região, *S. asiatica* é conhecida, de há muito, tanto pela sua importância agronómica, como pelo seu interesse medicinal. No dicionário de umbundu/português, escrito pelo Reverendo Henrique Etaungo Daniel, *Striga* significa planta que faz mal às culturas e “onguelia” em “umbundu” (Daniel, 2001). A palavra ou nome “ONGUELIA”, significa “a onça come”, devora, dizima, as suas presas; onça e come (=“ongue” e “lia”), portanto, trata-se de uma palavra associada à

voracidade, grande desgraça, grandes destruições de milho. De facto, na presença de infestações severas de *S. asiática*, as culturas podem-se considerar dizimadas, devoradas, destruídas, tal como a onça arranha, despedaça, esgravata, devora, abocanha, consome, as suas presas.

Em Angola, as plantas de *S. asiática* eram controladas por meio de práticas culturais adequadas incluindo consociação de milho com soja inoculada (Henderson, 2001). Actualmente, no sector familiar as infestações de *S. asiática* nas culturas de milho, milho-miúdo ou massango e sorgo/massambala têm-se agravado, mas a extensão das áreas de sua ocorrência não é bem conhecida. Todavia, de Groote *et al.* (2008) referiram perdas substanciais, estimadas em 25%, na cultura do milho.

O levantamento de plantas parasitas do género *Striga* em campos de milho, no Planalto Central de Angola, é indispensável para o conhecimento da sua ocorrência, estudos de taxonomia, grau de infestação, agressividade, impacto nas comunidades rurais e para definição de estratégias de gestão. Constitui uma prioridade face à agressividade de algumas das espécies de *Striga* em África.

Em Angola, a cultura do milho ocupa uma posição significativa na economia, constituindo a principal base da alimentação e de produção de rendimentos para as populações, especialmente no centro e na parte norte do Sul do país. A falta de milho significa ausência de comida para a grande maioria das populações destas regiões. A produtividade é relativamente baixa (< 400 kg/ha) susceptível de ser consideravelmente aumentada com introdução de melhorias, mesmo ligeiras, na sua fitotecnia (Dias, 1973; Marcelino, 1973; Serafim & Russo, 1989; Diniz, 1973, 1998; Henriques, 2008; Dovala e Monteiro, 2013, 2014a, 2014b). Apesar dos rendimentos terem aumentado a partir de 2010 para cerca de 600 kg/ha, continuam a ser os mais baixos da África austral, quando comparados com valores de 1006 kg/ha em Moçambique ou 2547 kg/ha na Zâmbia (Jover *et al.*, 2012).

No Planalto Central de Angola, o milho é cultivado em grande escala em solos ferralíticos, que se identificam, de modo geral, com os ferralsolos (Raposo e Franco, 1999). Este tipo de solos, que ocupa cerca de metade do território angolano (45,35%), apresenta conteúdo muito baixo em nutrientes minerais e em matéria orgânica e baixa a muito baixa percentagem da capacidade de troca cationica (<15%) e grau de saturação de bases (<50%). Para a produção do

milho, além de outros factores concorrentes, maior atenção deve ser dada ao fósforo, azoto e enxofre, que apresentam carências (Dias *et al* 2006). No conjunto dos factores que limitam significativamente a produtividade do milho, refiram-se as infestações por *S. asiatica* e por outras ervas daninhas. Em função da prevalência do problema e das práticas de gestão não adequadas grandes prejuízos têm sido causados; todavia, estas perdas não têm sido quantificadas nem documentadas.

Existem poucos trabalhos publicados sobre a flora infestante das principais culturas de Angola e muito menos de plantas-parasita, em particular do género *Striga* (Teixeira, 1966; Henriques, 2008; Henriques *et al.*, 2010; Dovala e Monteiro, 2013, 2014a, 2014b). No contexto global, as perdas das colheitas do milho devidas à ocorrência de infestantes têm sido estimadas em cerca de 20-40%, mesmo quando realizada a gestão das mesmas (Hamayun, 2003; Anonymous, 2005; Zanatta *et al.*, 2007). Nas frequentes situações em que nenhuma medida de gestão é adoptada a redução da produção pode atingir ou superar os 85% (Usman *et al.*, 2001; Dalley *et al.*, 2006).

Actualmente o género *Striga* está colocado nas *Orobanchaceae*, família constituída por plantas herbáceas morfologicamente muito diversificadas e predominantemente parasitas. A origem filogenética e a taxonomia deste grupo tem sido alvo de debate (Gevezova *et al.*, 2012), sendo a identificação das espécies de *Striga* complexa.

Estep (2010) referiu que o parasitismo, ou seja a passagem de espécies do género *Striga* de plantas autotróficas para um estilo de vida de dependência total ou parcial do hospedeiro, teria evoluído, pelo menos, três vezes iniciado por *S. forbesii* para *S. asiatica* e, em seguida, de *S. asiatica* para o grupo de *S. hermonthica* e *S. gesnerioides* (i.e. evolui da secção *Polypleurae* para a *Pentapleurae*). Referiu, ainda, que ao longo do seu processo evolutivo, as espécies de *Striga* que parasitam culturas têm estabelecido algumas relações dentro de cada um dos dois grupos principais, com cinco nervuras no cálice em *S. hermonthica* / *S. gesnerioides* e dez a quinze em *S. forbesii* / *S. asiatica*.

Com base nos pressupostos atrás referidos, os objectivos deste trabalho consistiram i) na identificação de espécimes do género *Striga* depositados em herbários portugueses e recolhidos por nós durante o presente projecto na cultura do milho em Angola, ii) na elaboração de uma chave dicotómica para os

taxa identificados e iii) na elaboração de mapas de distribuição para as espécies mais comuns em Angola.

3.2 Material e Métodos

Material vegetal

O estudo da identificação e distribuição do género *Striga* em Angola foi efectuado com base em material vegetal recolhido entre 2003 e 2011 em diversas províncias Angolanas e em material herborizado existente em herbários portugueses (LISC - Jardim Botânico Tropical do Instituto de Investigação Científica Tropical, LISU - Universidade de Lisboa, COI - Universidade de Coimbra) e angolanos.

Caracterização morfológica

As dificuldades de identificação de alguns espécimes e os diversos critérios encontrados nos tratamentos taxonómicos efectuados por diferentes autores, levaram a considerar como adequada a realização de estudos morfométricos. Para o efeito procedeu-se ao estudo de quinze parâmetros morfológicos considerados relevantes para a distinção das espécies (ver Quadro 3.2), quatro dos quais (12 a 15) correspondendo a relações entre caracteres.

Análise de dados

Para o estudo da taxonomia do género *Striga* em Angola, os caracteres morfológicos foram sujeitos à Análise de Componentes Principais (PCA - Principal Components Analysis). Em seguida, os 15 descritores e os descritores florais (nº de nervuras do cálice, comprimento do tubo do cálice (mm), comprimento do dente/lobo (mm), comprimento do tubo da corola (mm) e relações florais - relação comprimento do tubo da corola / comprimento total do cálice e morfológicas - relação comprimento da folha / comprimento do entrenó) à Análise Aglomerativa pelo programa estatístico R (Development Core Team, 2012). O mesmo programa foi utilizado na avaliação dos descritores comprimento total (caule vegetativo + inflorescência (cm)), comprimento da folha (mm), largura da folha (mm) e comprimento da bráctea inferior (mm). Ainda pelo

programa estatístico R foram analisados os anos de realização de colheitas e de identificação de espécies de *Striga* presentes nos herbários portugueses.

No Quadro 3.1 estão mencionados as espécies do género *Striga* que têm sido citadas para Angola, número de espécimes observados e respetivos acrónimos (utilizados na análise multivariada).

Com base nos dados recolhidos nos herbários consultados e nas colheitas recentes em Angola por província, foi elaborado um mapa com a distribuição das espécies de *Striga*.

Com as análises multivariadas pretendeu-se agrupar as espécies de acordo com o seu grau de similaridade e verificar a capacidade discriminatória dos caracteres originais no processo de formação dos agrupamentos.

Quadro 3.1 - Espécies de *Striga* citadas para Angola, número de espécimes e respetivos acrónimos. PCA - Principal Components Analysis. R - Análise Aglomerativa pelo programa estatístico R

Espécie	Nº de espécimes	Acrónimo	
		PCA	
<i>Striga aequinoctialis</i> A. Chev. ex Hutch. & Dalziel	3	AE	STAEQ
<i>Striga angolensis</i> K.I. Mohamed & Musselman	2	AN	STANG
<i>Striga asiatica</i> (L.) Kuntze	171	AS	STASI
<i>Striga bilabiata</i> (Thunb.) Kuntze ssp. <i>bilabiata</i>	51	BI	STBIL
<i>Striga elegans</i> Benth.	21	EL	STELE
<i>Striga forbesii</i> Benth.	1	FO	STFOR
<i>Striga gesnerioides</i> (Willd.) Vatke	32	GE	STGES
<i>Striga hermonthica</i> (Delile) Benth.	3	HE	STHER
<i>Striga hirsuta</i> Benth.	26	HI	STHIR
<i>Striga bilabiata</i> ssp. <i>linearifolia</i> (Schumach. & Thonn.) Mohamed	20	LI	STLIN
<i>Striga macrantha</i> (Benth.) Benth.	2	MA	STMAC
<i>Striga strigosa</i> R.D. Good	17	ST	STSTR
TOTAL	349		

Quadro 3.2. Caracteres morfológicos analisados na identificação dos espécimes do género *Striga* angolanos.

	Nº	Caracter	Notas
Indivíduo	1	Comprimento total (caule vegetativo + inflorescência) (cm)	em floração ou a começar a florir
	2	Nº de ramificações	
Entrenó	3	Comprimento dos entrenós (mm)	no 1/3 médio
Folha	4	Comprimento da folha (mm)	
	5	Largura da folha (mm)	no 1/3 médio
Inflorescência	6	Comprimento da inflorescência (cm)	
Bráctea	7	Comprimento da bráctea inferior (mm)	
Cálice	8	Nº de nervuras do cálice	
	9	Comprimento do tubo do cálice (mm)	
	10	Comprimento do dente/lobo (mm)	
Corola	11	Comprimento do tubo da corola (mm)	
Caracteres combinados	12	Relação comprimento tubo corola / comprimento total do cálice	
	13	Relação comprimento da folha / comprimento do entrenó	
	14	Relação comprimento / largura da folha	
	15	Relação comprimento do cálice / comprimento da bráctea	

3.3 Resultados e Discussão

O número de espécimes de *Striga* provenientes de Angola é elevado e encontra-se distribuído em herbários europeus. Eduardo J. Mendes (Campanhas Botânicas de 1955-1956, 1959-1960), Gossweiler (1900-1950) e Welwitsch (1853-1860) foram os colectores mais destacados, seguidos de Exell & Mendonça (Missão botânica de Luís Carrisso, 1937), Hugo Baum (Expedição ao Sudeste de Angola (1899-1900). Por razões sobejamente conhecidas, depois da independência em 1975 e até 2002 existiram poucas oportunidades para desenvolver trabalhos de campo (Fig. 3.1).

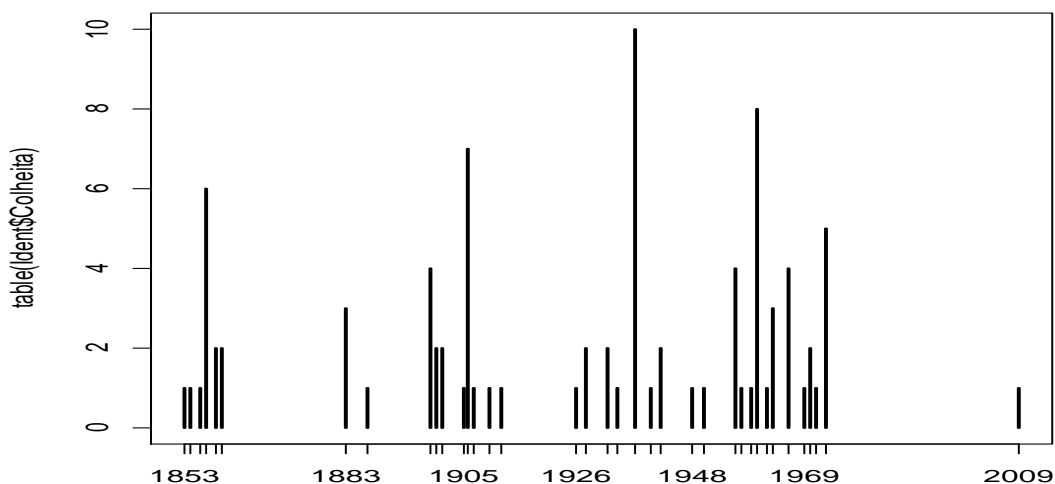


Figura 3.1. Anos de colheita dos 349 espécimes de *Striga* analisados.

A Fig. 1 revela que as maiores colheitas foram realizadas em 1857 (colecção de Welwitsch entre 1853-60), 1883 (Leg. Newton), 1887 (Anchieta), 1899 (Hugo Bahum; outros), 1906 (Gossweiler; Padre Dekindt; Padre Antunes; outros), 1926-37 (Gossweiler; Luís Carrisso com Excell & Mendonça, outros), 1942-48 (Padre Ch. Tisserent, outros), 1956-60 (Eduardo J.Mendes; Brito Teixeira; outros) e 1960-69-73 (Azancot de Menezes; Raimundo; Barbosa; Santos; Manuel; Fernando Marcelino; Eurico Martins; Matos; Bamps; vários). Lamentavelmente, grande número das colecções e espécimes-tipo dos numerosos colectores alemães que visitaram Angola no princípio do século XIX e início do século XX

foi perdido no bombardeamento da biblioteca de Berlim durante a última guerra mundial (Figueiredo & Smith, 2008).

A identificação dos 349 espécimes analisados (provenientes de herbários e recolhidos nas nossas prospeções de campo) permitiu distinguir 11 espécies (Quadro 3). A taxonomia e nomenclatura seguem, salvo nos casos apontados, a base de dados *Tropicos* do Missouri Botanical Garden (TROPICOS, 2012); Mohamed *et al.* (2001) e African Plants Database.

Quadro 3.3. Espécies do género *Striga* identificadas para Angola.

Espécie
<i>Striga aequinoctialis</i> A. Chev. ex Hutch. & Dalziel
<i>Striga angolensis</i> K.I. Mohamed & Musselman ⁽¹⁾ / <i>Striga strigosa</i> R.D. Good ⁽¹⁾
<i>Striga asiatica</i> (L.) Kuntze
<i>Striga bilabiata</i> (Thunb.) Kuntze ssp. <i>bilabiata</i>
<i>Striga elegans</i> Benth.
<i>Striga forbesii</i> Benth.
<i>Striga gesnerioides</i> (Willd.) Vatke
<i>Striga hermonthica</i> (Delile) Benth.
<i>Striga hirsuta</i> Benth. ⁽²⁾
<i>Striga linearifolia</i> (Schumach. & Thonn.) Hepper ⁽³⁾
<i>Striga macrantha</i> (Benth.) Benth.
TOTAL

⁽¹⁾ *Striga angolensis* K.I. Mohamed & Musselman considerada sinónima de *Striga strigosa* R.D. Good.

⁽²⁾ Apesar da espécie *Striga hirsuta* ser considerada como sinónimo de *Striga asiatica* na base de dados do Missouri Botanical Garden (TROPICOS, 2012), optou-se por considerá-la como taxon independente.

⁽³⁾ Considerada por alguns autores (Mohamed & Musselman, 2001) como *S. bilabiata* ssp. *linearifolia* (Schumach. & Thonn.) Mohamed.

A PCA, realizada com base nos valores apresentados pelos 15 descritores analisados (Quadro 3.4) permitiu identificar grupos com algumas semelhanças e outros que apresentam diferenças significativas. Algumas espécies apresentavam uma identificação fácil, contudo, entre *Striga asiatica* e *S. hirsuta* verificou-se alguma dificuldade na sua identificação; talvez por isso tenham sido consideradas como sinónimos por alguns autores (Mohamed *et al.*, 2001). A Fig. 3.5 aponta para a proximidade das duas espécies no relativo aos caracteres florais.

Quadro 3.4. Valores médios dos descritores morfológicos quantitativos das 12 espécies de *Striga* identificadas.

Desc ritor (*) Nº	<i>Striga</i> <i>strigosa</i>	<i>Striga</i> <i>macrantha</i>	<i>Striga</i> <i>hirsuta</i>	<i>Striga</i> <i>hermonthica</i>	<i>Striga</i> <i>gesnerioides</i>	<i>Striga</i> <i>forbesii</i>	<i>Striga</i> <i>elegans</i>	<i>Striga</i> <i>linearifolia</i>	<i>Striga</i> <i>blabiata</i> ssp. <i>blabiata</i>	<i>Striga</i> <i>asiatica</i>	<i>Striga</i> <i>angolensis</i>	<i>Striga</i> <i>aequinoctialis</i>
1	56.8	98.5	18.6	51.6	17.6	53.0	37.1	30.7	27.6	22.0	55.0	39.3
2	2.0	1.5	1.3	4.3	2.6	2.0	1.3	1.0	2.3	4.1	1.5	5.6
3	16.6	9.5	23.9	23.0	12.7	10.0	37.0	17.2	10.6	14.1	7.5	13.0
4	38.9	70.0	10.2	46.6	5.3	15.0	20.1	5.6	14.9	21.7	27.5	16.6
5	4.1	9.5	1.2	6.0	1.6	4.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.0	1.0
6	4.3	5.5	5.0	8.0	8.2	3.0	8.0	6.6	12.0	13.0	4.0	8.0
7	4.3	50.0	7.4	21.6	6.6	35.0	6.6	6.7	11.1	19.3	4.0	13.0
8	5.0	10.0	10.0	5.0	5.0	10.0	15	5.0	5.0	10.0	5.0	5.0
9	6.0	8.0	7.0	10.0	5.8	13.0	10.2	4.7	6.4	5.9	6.0	3.0
10	3.0	2.0	2.0	2.0	1.2	5.0	2.7	2.1	3.0	2.1	3.0	1.0
11	10.8	20.0	9.5	17.3	9.9	22.0	13.7	8.8	10.3	11.6	11.0	10.6
12	1.2	2.0	1.0	1.4	1.4	1.2	1.0	1.3	1.1	1.4	1.2	2.6
13	2.6	7.4	0.4	2.1	0.5	1.5	0.5	0.3	1.6	1.5	3.7	1.3
14	9.5	5.6	8.0	8.0	3.4	3.7	10.1	5.6	9.8	11.1	13.7	16.7
15	1.2	0.1	1.0	0.4	0.9	0.3	0.6	0.7	0.6	0.3	1.5	0.4

(*) Acrónimos dos descritores no Quadro 1.
(c. total 1, ramos 2, c. entrenós 3, c.folha 4, l.folha 5, c.inflor 6, c.bractea 7, nº.nervuras 8, c.calice 9, c.lobo 10, c.corola 11, corola/cálice 12, c.folha/c.entrenó 13, c.folha/l.folha 14, c.calice/ c.bractea 15)

A Fig. 3.2 separa as espécies de forma pouco clara. Todavia, analisada em paralelo com o dendrograma da Fig. 3.3, obtido a partir dos mesmos 15 descritores é possível identificar três grupos.

Neste tipo de dendrograma, o eixo vertical designado por distância entre grupos, apresenta a distância euclidiana a que os grupos se fundem; os nós internos representam os grupos e a altura dos troncos indica a distância a que os grupos se ligam. Na análise aglomerativa, realizada com base nos 15 descritores morfológicos (Fig. 3.3), o corte do dendrograma pela distância euclidiana 50, resulta na obtenção de três grupos:

- o grupo 1: *S. macrantha* (STMAC) constitui um grupo independente, apenas com uma única espécie (círculo azul);
- o grupo 2: *S. forbesii* (STFOR), *S. hermonthica* (STHER), *S. angolensis* (STANG) e *S. strigosa* (STSTR) (círculo vermelho);
- o grupo 3: *S. elegans* (STELE), *S. hirsuta* (STHIR), *S. gesnerioides* (STGES), *S. linearifolia* (STLIN), *S. aequinoctialis* (STAEQ), *S. asiatica* (STASI) e *S. bilabiata* ssp. *bilabiata* (STBIL) (círculo verde).

Por sua vez, os grupos 2 e 3 apresentam as divisões. O grupo 2 apresenta três subgrupos, designadamente o de *S. forbesii*, *S. hermonthica* e do par *S. angolensis* com *S. strigosa*. O grupo 3 é encabeçado pelo subgrupo *S. elegans*, seguido do de *S. hirsuta* e o par *S. gesnerioides* com *S. linearifolia*, sendo o terceiro subgrupo constituído por *S. aequinoctialis* e o par *S. asiatica*, *S. bilabiata* ssp. *bilabiata*. Ainda, existem dissemelhanças no segundo e terceiro subgrupos do grupo 3. Assim, o segundo subgrupo apresenta-se composto por *S. hirsuta* e o par *S. gesnerioides* com *S. linearifolia*, enquanto o terceiro fica com *S. aequinoctialis* e o par *S. asiatica*, *S. bilabiata* ssp. *bilabiata*. Na Fig. 3.3 pode, ainda, ser observado que a formação dos grupos 2 e 3 é feita independentemente do número de nervuras no cálice, dando lugar a grupos mistos quanto ao número de nervuras (*pentapleurae*, *polipleurae*). É assim que, no grupo 2, *S. forbesii* ostenta 10 nervuras do cálice, no grupo 3, o primeiro subgrupo integra *S. elegans* com 10 a 15 nervuras e nos restantes dois subgrupos estão colocados uma espécie com 10 nervuras em cada um deles, *S. hirsuta* e *S. asiatica*, respectivamente, no segundo e terceiros subgrupos.

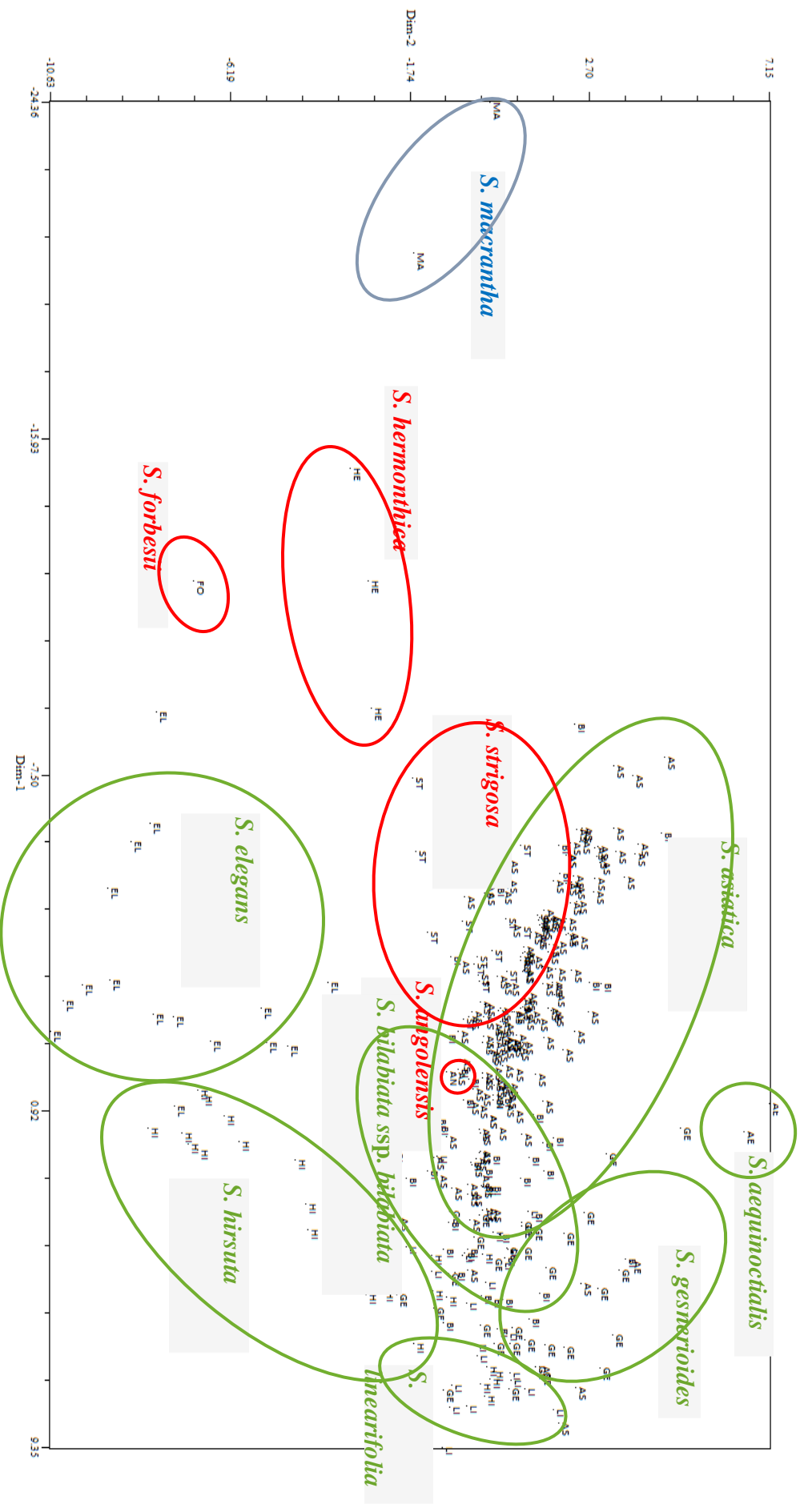
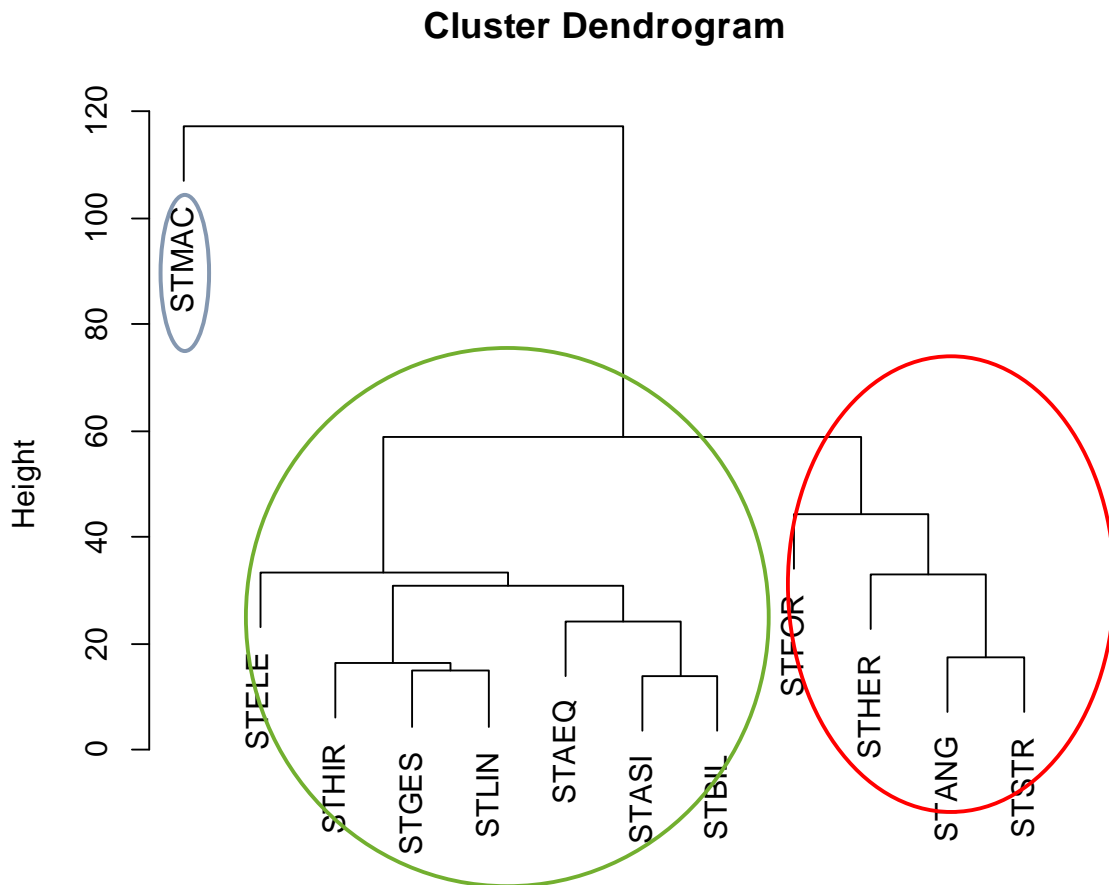


Figura 3.2. Dispersão gráfica dos 349 indivíduos que permitiu analisar as relações entre as 12 espécies do género *Striga*, nos dois principais eixos, para o conjunto dos 15 descritores morfológicos. Acrónimos das espécies referidos no Quadro 2.

Na separação dos referidos grupos e subsequentes subgrupos tiveram grande peso e/ou influência as variáveis vegetativas, designadamente o comprimento total da planta, comprimento da folha, largura da folha e comprimento da bráctea inferior (Fig.3.3 e 3.4).



```
dist(aggregate(dados_DC[, -1], by = list(dados_DC[, 1]), mean))
hclust (*, "complete")
```

Figura 3.3. Dendrograma resultante da análise aglomerativa pelo programa estatístico do R de 349 indivíduos das 12 espécies do género *Striga*, para o conjunto dos 15 descritores morfológicos. Acrónimos das espécies referidos no Quadro 3.2.

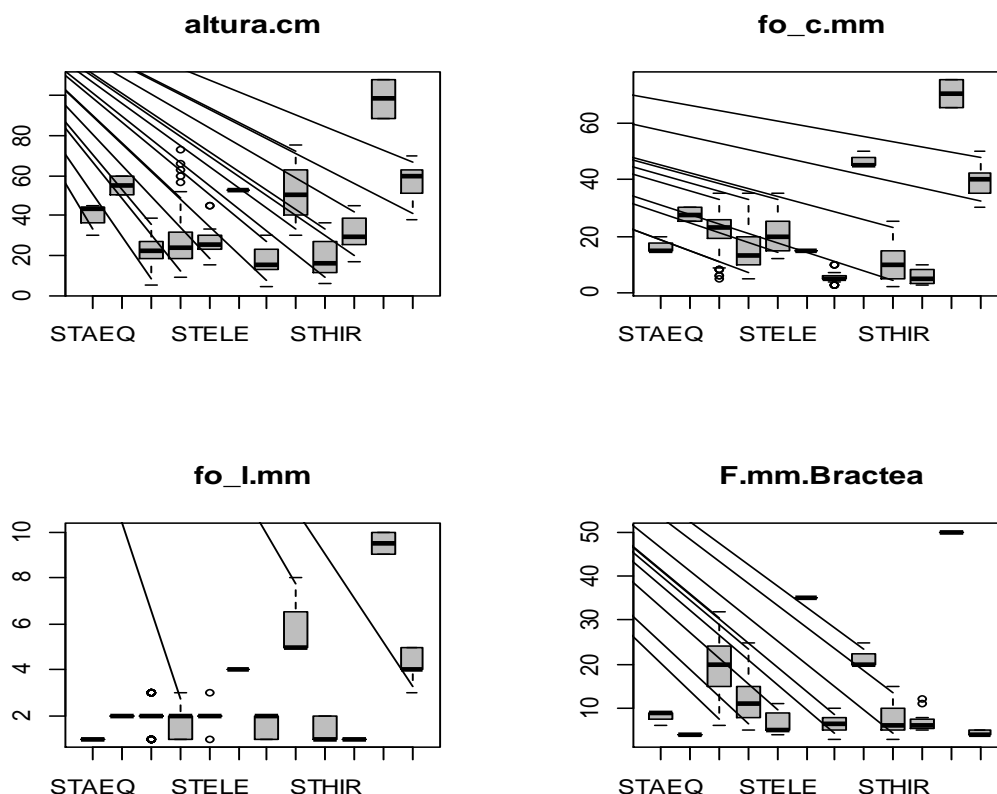


Figura 3.4. Caixas de bigode resultante da análise de 349 indivíduos das 12 espécies do género *Striga*, para 4 descritores morfológicos. Acrónimos das espécies (STAEQ, STANG, STASI, STBIL, STELE, STFOR, STHIR, STLIN, STMAC, STSTR = STANG) referidos no Quadro 3.2.

A Fig. 3.4 foi obtida com os descritores comprimento total (caule vegetativo + inflorescência (altura.cm)), comprimento da folha (fo_mm), largura da folha (fo_l.mm) e comprimento da bráctea inferior (F.mm.Bractea). As caixas de bigode, podem revelar que a paridade de *S. asiatica* e *S. bilabiata* ssp. *bilabiata* foi exercida pelo descritor largura da folha entre outros, a identidade de *S. angolensis* com *S. strigosa* deveu-se ao comprimento da bráctea. Finalmente, a similaridade de *S. gesnerioides* e *S. linearifolia* resultou da influência exercida pelo comprimento da bráctea e comprimento da folha. Também pode ser verificado que a semelhança de *S. aequinoctialis* com *S. linearifolia* assenta na largura da folha. Resta salientar a variabilidade observada no comprimento total dos espécimes de *S. bilabiata* ssp. *bilabiata*.

Estes resultados corroboram os de Mohamed *et al.* (1996), que referem a relevância dos caracteres florais na separação das espécies.

A utilização dos descritores florais - nº de nervuras do cálice, comprimento do tubo do cálice (mm), comprimento do dente/lobo (mm), comprimento do tubo da corola (mm) e relações florais, designadamente (relação comprimento do tubo da corola / comprimento total do cálice) e morfológicas (relação comprimento da folha / comprimento do entrenó) permitiu obter a Fig. 3. 5. Cortando a árvore pela distância 10, são obtido 3 grupos. A separação dos referidos grupos assenta nos descritores florais, discriminando os grupos de 10 a 15 nervuras do cálice (secção *polypleurae*) e de 5 nervuras (secção *pentapleurae*).

A começar pela base da árvore, o primeiro grupo é constituído por uma linhagem basal encabeçada por *S. forbesii* que inclui *S. macrantha* (Fig. 3.5), as duas espécies de maiores dimensões. Além do número de nervuras no cálice, na separação das espécies, o peso exercido pelos descritores comprimento total do cálice e do tubo da corola destacou o grupo com 10 a 15 nervuras do cálice, designadamente o de *S. forbesii* e *S. macrantha* e do grupo de *S. asiatica*.

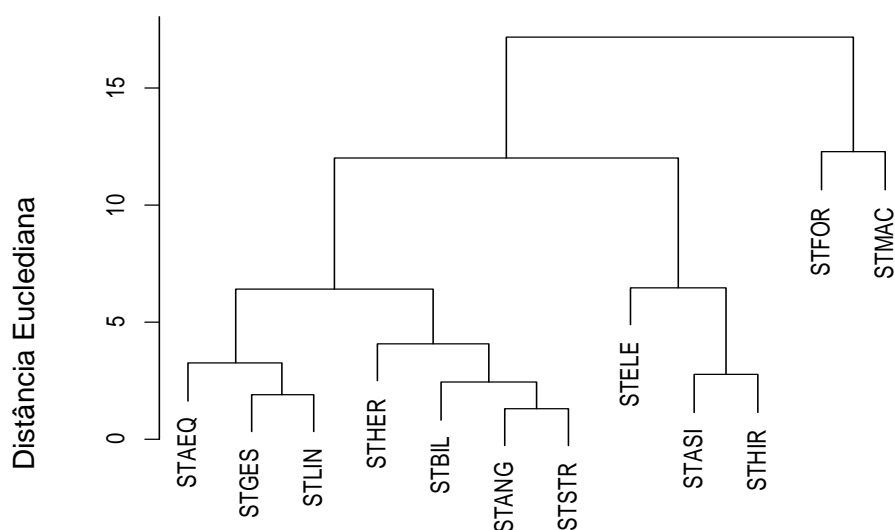


Figura 3.5. Dendrograma resultante da análise aglomerativa para os descritores florais - nº de nervuras do cálice, comprimento do tubo do cálice (mm), comprimento do dente/lobo (mm), comprimento do tubo da corola (mm) -, e relações florais - relação comprimento tubo corola / comprimento total do cálice e morfológicas - relação comprimento da folha / comprimento do entrenó - (média normalizada entre as várias espécies do género *Striga*).

S. forbesii e *S. macrantha*, duas espécies de folhas largas e serradas, formam um grupo à parte, dentro da secção *polyleuræ*, por possuir cálices e tubos de corolas mais compridos comparativamente com as outras espécies de *Striga*.

S. forbesii ostenta 10 a 15 nervuras no cálice e parasita cereais. *S. macrantha*, com apenas 10 nervuras, está limitada a gramíneas da flora espontânea, embora Gossweiler (1953) a tenha sido referida como parasita de sorgo. Para diagnóstico, o tipo de hospedeiros também pode ajudar a separação das duas espécies. Além disso, *S. macrantha* é a espécie que pode atingir maior porte (98,5 cm de comprimento total observado, podendo atingir 250 cm). Difere claramente das outras espécies por ostentar flores de grandes dimensões e distintas (Fischer *et al.*, 2011a).

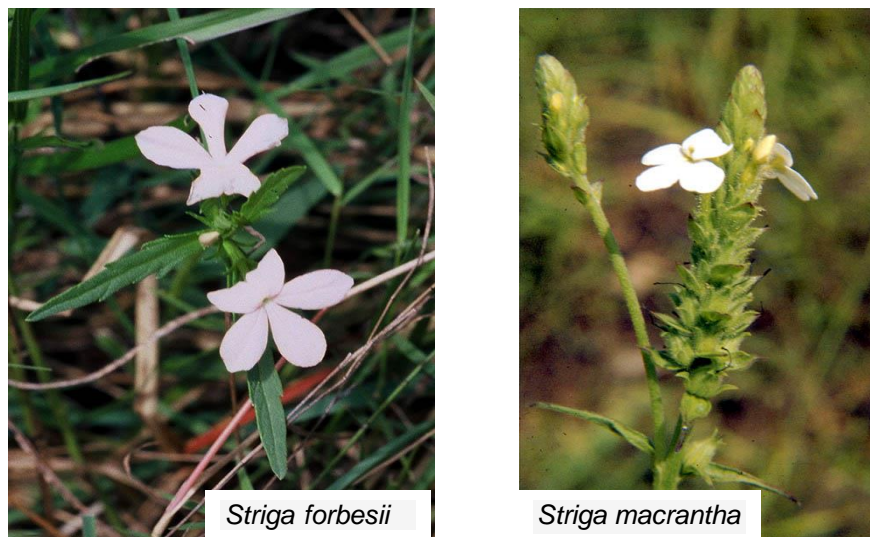


Figura 3.6. Fotos do grupo I (*S. forbesii*, *S. macrantha*).

O segundo grupo é constituído por três espécies, relativamente semelhantes, *S. elegans*, *S. asiatica* e *S. hirsuta*, constituindo o chamado grupo de *S. asiatica sensu lato* (Fig. 7). *S. asiatica* e *S. hirsuta* possuem 10 nervuras no cálice e *S. elegans* 10 a 15 nervuras. Morfologicamente, *S. elegans* pode ser interpretada como espécie intermédia entre o primeiro grupo e o segundo.

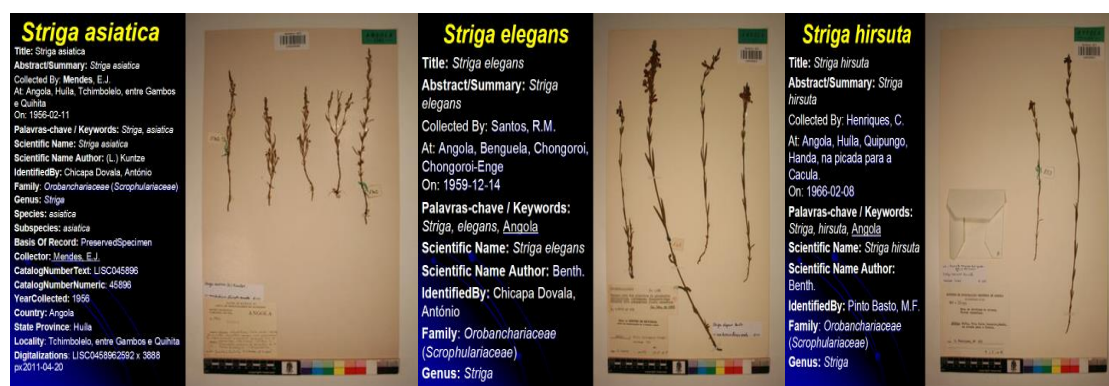


Figura 3.7. Fotos (LISI!) do grupo *Striga asiatica* sensu lato (*S. asiatica*, *S. elegans*, *S. hirsuta*)

S. asiatica possui folhas mais compridas do que os entrenós, ao contrário de *S. hirsuta* e *S. elegans*. Além disso, *S. elegans* ostenta entrenós mais longos em relações às outras duas e flores vermelho-brilhantes, cor de sangue.

Neste grupo (*S. asiatica* sensu lato), a espécie *S. asiatica* representa hoje a maior barreira biológica para a produção de alimentos na região Subsaariana da África (Ejeta, 2007; Parker, 2009, 2012).

O resultado das prospeções realizadas para a presente dissertação, revela o agravamento de infestações de *S. asiatica* na região do Planalto Central de Angola e zonas limítrofes, com maior incidência nas áreas semiáridas da parte sul do país. O milho, base de alimentação das populações locais nessa região, tem sido a cultura mais dizimada.

S. asiatica é conhecida de há muito. Os primeiros registos são de 1857, Malanje: *Welwitsch* 5880 (COI!), 5881 (LISU!, COI!), presumivelmente recolhidos nas famosas hortas de Pungo Andongo, visitadas por David Livingstone em 1954. Naquela época, entre Dondo e Malanje, já se cultivava muito milho cujos excedentes eram utilizados para comercialização e pagamento de propinas das crianças que estudavam na escola da Missão Metodista (Henderson, 2001). Com origem na zona tradicional da cultura do milho, existem herborizados exemplares da Huila, Missão do Munhino, Fevereiro de 1901: *Dekindt* 282, 1153 (LISC!); Huambo, Bailundo, 1906-1908: *Wellman* 1769 (K); Kwanza Sul, Amboim, Rio Cuvo = Keve, Sanga (Comuna à leste do actual Município da Cela, limites com Bié e Huambo), 29 de Fevereiro de 1908: *Gossweiler* 4466 (COI!); Benguela e Huila, Ganda e Caconda, 01 de Abril de 1934: *Otto Hundt* 942 (COI!).

Ainda, com base nas notas dos espécimes analisados, excepto a colheita na Lunda Sul, Xassengue, 7 de Abril de 1937: *Exell e Mendonça* 362 (COI!); as colheitas de *S. asiatica* subsequentes foram todas realizadas em campos de milho na zona tradicional dessa cultura (Fig. 3.8). Sumariando apenas alguns registos, em Huíla, no trajecto Kuvango a Cassinga, 01 de Março de 1960: *Barbosa e Correia* 8937 (LISC!) com anotação: «*Striga* em terrenos cultivados parasitando o milho, pelo que por vezes constitui pragas perigosas». Huambo, Chianga, 30 de março de 1963: *Macelino* 141 (LUAU!), «*Striga lutea* em terrenos cultivados de milho». Huila, Quipungo, Chicungo, 17 de Março de 1963: *Teixeira e Andrade* 8277 (LISC!) «*Striga* frequente nos terrenos cultivados». Huambo, 04 de Março de 1971, *Silva* 3434 (LISC!, COI!), «*Striga* parasitando *Zea mays* L., Chipipa, entre a Chipipa e o Alto Hama». Benguela, Cubal - Benguela, km 12, 12 de Abril de 1973: *Bamps, Martins e Matos* 4452 (LISC!), «*Striga asiatica* champ de maïs». São dados e informações que podem ajudar a percepção da presença de *S. asiatica* e sua importância económica em Angola, assim como desvendar que a sua ocorrência não é um fenómeno novo.

Na Fig. 3.9 estão representados alguns exemplares de *S. asiatica* recolhidos nas actuais províncias do Benguela, Cuando Cubango, Huambo, Huila e Kwanza Sul, nas já referidas zonas tradicionais da cultura do milho (Fig. 3.8). Estas províncias continuam a registar significativas infestações de *S. asiatica* em paralelo com novas áreas que vêm sendo infestadas nas mesmas províncias, acrescidas das do Bié, Cunene e Namibe. Quanto às províncias do Moxico, Malange, Lunda Norte e Sul, nada se sabe sobre o estado actual de *Striga* (Fig. 3.8).

O terceiro grupo do dendrograma da Fig. 3.5, comporta exclusivamente espécies da secção pentapleurae ou seja espécies com 5 nervuras no cálice. Apresenta ainda 2 subgrupos nitidamente definidos. No subgrupo de *S. hermonthica*, *S. angolensis*, *S. strigosa* e *S. bilabiata* ssp. *bilabiata*, apenas a primeira parasita culturas com grande importância económica. A gama de hospedeiros associada a *S. hermonthica* é a mesma de *S. asiatica* e *S. forbesii* (milho, sorgo, massango, arroz). Também, morfologicamente é muito diferente dos outros 3 membros do subgrupo e por isso, também está separada das outras dentro do grupo. *S. bilabiata* ssp. *bilabiata* constitui uma subdivisão independente dentro do

subgrupo. Morfologicamente ostenta inflorescências características que evitam confusões na separação com as outras espécies (Fig. 3.5 e 3.10). Apenas parasita gramíneas da flora espontânea.

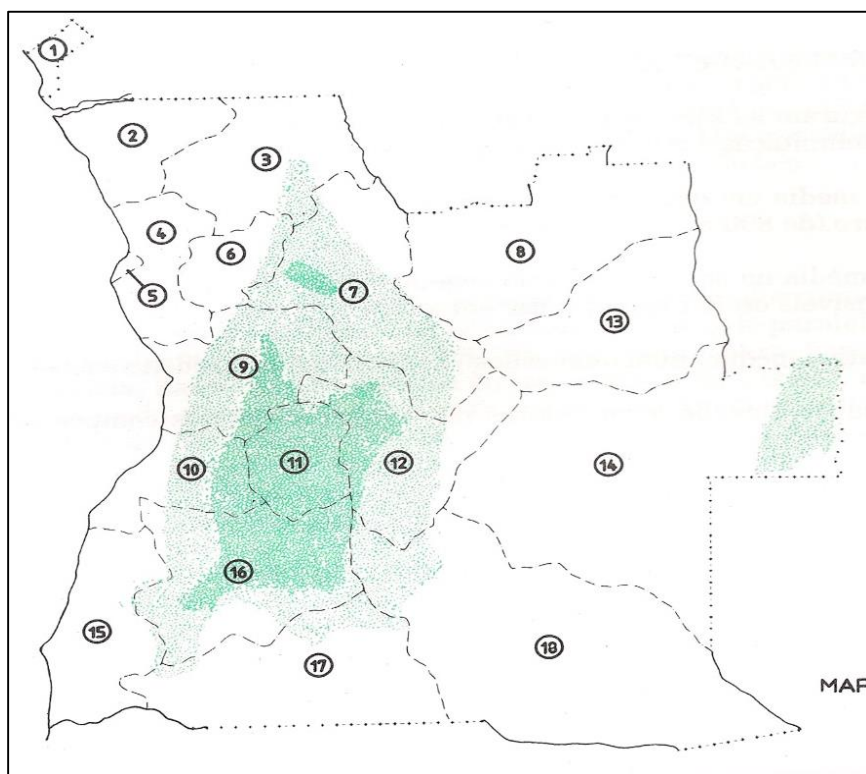


Figura 3.8. Zonas tradicionais da cultura do milho. (Adaptado de Diniz, 1998).
Legenda: Províncias: 1 Cabinda; 2 Zaire; 3 Uíge; 4 Bengo; 5 Luanda; 6 Cuanza Norte; 7 Malange; 8 Luanda Norte; 9 Cuanza Sul; 10 Benguela; 11 Huambo; 12 Bié; 13 Lunda Sul; 14 Moxico; 15 Namibe; 16 Huíla; 17 Cunene; 18 Cuando-Cubango.

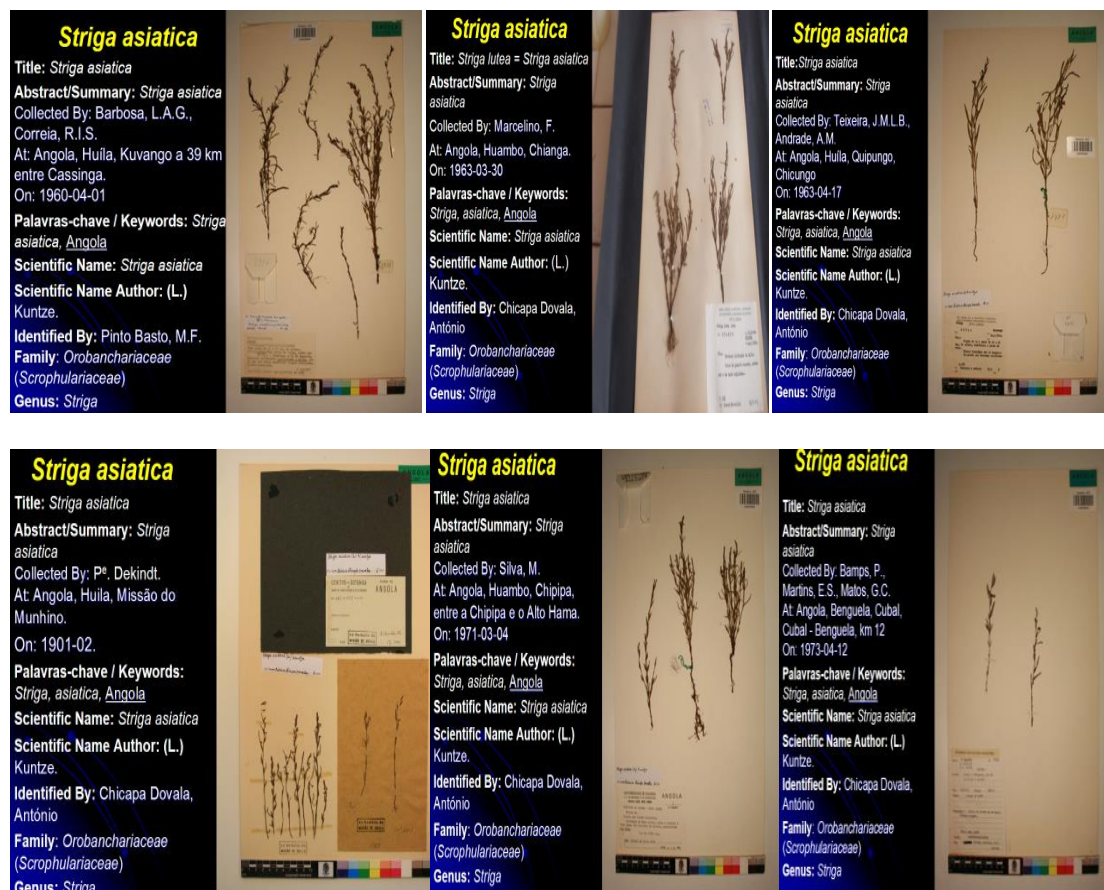


Figura 3.9. Fotos (LISI!; LUAU!) de espécimes de *S. asiatica* recolhidas em campos de milho.

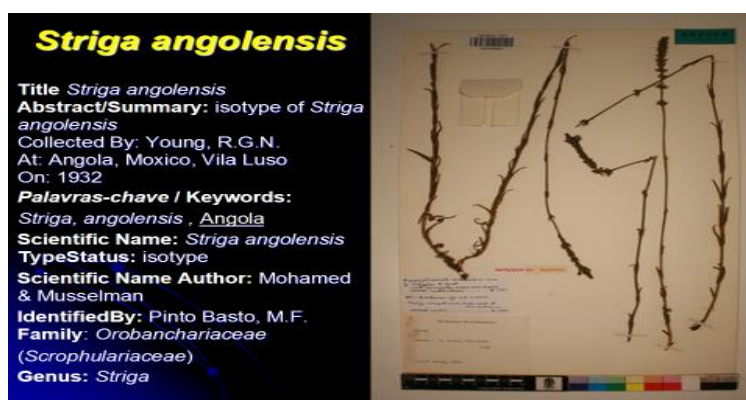
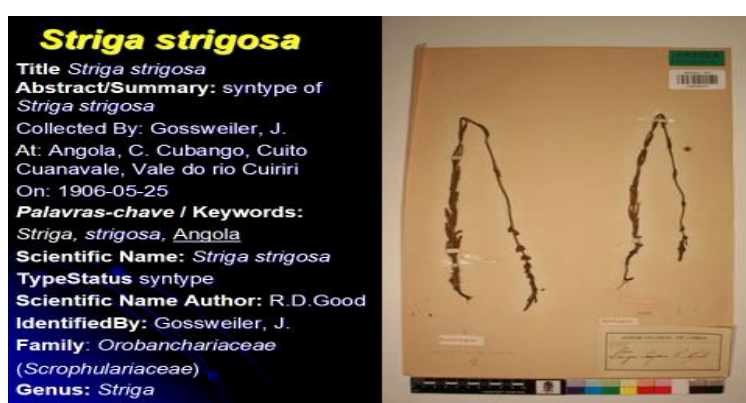


Figura 3.10. Fotos (LISI!) de espécies do grupo 3. Subgrupo 1.

A distinção entre *S. angolensis*, descrita por Mohamed & Musselman (1997), e *S. strigosa* é difícil (Fig. 3.5 e 3.10). Outrossim, Mohamed *et al.*, 2001 citam, por engano, *Gossweiler 3504* (K) como *S. angolensis* Mohamed & Musselman. O número de colheita correcto é *Gossweiler 3507* (LISC!), que corresponde ao sintipo de *S. strigosa*. O espécime *Gossweiler 3915* (LISC!) foi referido pelo próprio colector como conspecífico do exemplar *Gossweiler 3507* (Good, 1930). Mohamed *et al.* (2001) designaram por *S. angolensis* as colecções *Faulkner A376* (K) e *Exell & Mendonça 1353* (BM), cujos duplicados depositados nos herbários portugueses e não vistos por aqueles autores [*Faulkner A376* (COI!, LISU!) e *Exell & Mendonça 1353* (COI!)], foram identificadas no presente trabalho como de *S. strigosa*. Segundo Good (1930), no tamanho e forma da flor, a espécie *S. strigosa* é próxima de *S. welwitschii* Engl. e *S. glandulifera* Engl., ambas as espécies consideradas sinónimas e presentemente colocadas em *S. bilabiata* subsp. *bilabiata*.

Por último o segundo subgrupo do grupo 3, *S. aequinoctialis*, *S. gesnerioides* e *S. linearifolia*, além do cálice com 5 nervuras que o caracteriza, integra membros com folhas pequenas e/ou reduzidas e mais curtas que os entrenós (Fig. 3.11).



Figura 3.11. Fotos (LISI) de espécies do grupo 3. Subgrupo 2.

S. gesnerioides ainda é caracterizada por possuir baixo teor clorofilino. As folhas são acentuadamente reduzidas o que pode conferir-lhe tendência para um estilo de vida de holoparasitas. Em adição, pode ser separada dos outros membros do subgrupo pelas folhas aplicadas, geralmente semelhantes a escamas e caules mais ou menos suculentos, em forma de tufo. No subgrupo é a única espécie associada a hospedeiros com importância económica. Parasita culturas de folhas largas, sendo o feijão-macunde [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] o hospedeiro mais importante, seguido do amendoim (*Arachis hypogaea* L.), batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] e tabaco (*Nicotiana tabacum* L., *Nicotiana benthamiana* Domin).

Nos recentes inventários, em campos de feijão-macunde infestados de *S. gesnerioides*, no Cunene, Cuando Cubango e fronteira norte da Namíbia com Angola, não foram observados sintomas em plantas desta cultura (Dovala-Chicapa, observ. pessoal; Maass *et al.*, 2012). São necessários mais inventários para confirmar, ou não Parker (2012), tendo referido que as formas de *S.*

gesnerioides que atacam feijão-macunde apenas estão confinadas à África ocidental.

S. aequinoctialis geralmente apresenta cálices pequenos, enquanto *S. linearifolia* ostenta entrenós mais compridos, facilitando a separação dos dois taxa.

Os descritores utilizados para obtenção do dendograma da Fig. 3.5, tiveram um papel importante na separação das espécies de *Striga* assinaladas para Angola. Dos 3 grupos obtidos o maior é constituído por membros com 5 nervuras no cálice. Os outros dois grupos são formados por espécies com 10-15 nervuras, cuja separação entre eles foi com base em características florais. *S. forbesii* e *S. macrantha* ostentam cálices e tubos da corola compridos. Tal como referido por Mohamed *et al.* (2001), alguns caracteres florais podem ter maior influência na separação de indivíduos do que os vegetativos, salientando-se o número de nervuras do cálice como descritor morfológico discriminante.

Há que sublinhar ainda a especificidade da presença em cada um dos três grupos de, pelo menos, uma espécie parasita de culturas com importância económica, designadamente *S. forbesii* no primeiro com 10 a 15 nervuras no clálice (*Polipleurae*); *S. asiatica* no grupo de *S. asiatica sensu lato*, 10 a 15 nervuras (*Polipleurae*); *S. hermonthica* e *S. gesnerioides* no grande grupo composto exclusivamente por membro com 5 nervuras no cálice (*Pentapleurae*). No cômputo geral, a variabilidade verificada nas espécies é causada por vários factores que têm contribuído para a diversidade genética de *Striga*, sendo os principais o banco de semente, persistente no solo, de populações de várias gerações; a hibridação (*S. hermonthica*); a ampla distribuição geográfica; a dispersão de sementes a longas distâncias e os ecótipos adaptados às condições e aos hospedeiros locais (Mohamed *et al.*, 2007). Segundo Aigbokhan *et al.* (2000), entre os vários factores, a distribuição geográfica parece desempenhar o papel mais importante na determinação de diferenças intraespecíficas. Em Bharathalakshmi *et al.* (1990), a variabilidade induzida por factores geográficos e pelo tipo de hospedeiro pode ocorrer dentro da mesma espécie ou entre espécies diferentes.

Na Fig. 3.12 pode ser observado que *S. asiatica* e *S. gesnerioides* foram as únicas espécies colhidas até 1973. São as mais frequentes e abundantes e as com maior impacto económico.

S. hermonthica tem causado prejuízos iguais ou superiores aos de *S. asiatica* na África subsaariana, no entanto as reduzidas colheitas em Angola são quase de há 100 anos, Gossweiler 9199 (LISC!, COI!), 14219 (K), s/n (LUAU!). Foram recolhidas em plantações de *Sorghum caudatum* (Hack.) Stapf., em Catete, Luanda, em 1926 e 1928.

A colheita mais recente de *S. macrantha* foi em 1910; todavia, seus hospedeiros são gramíneas da flora espontânea.

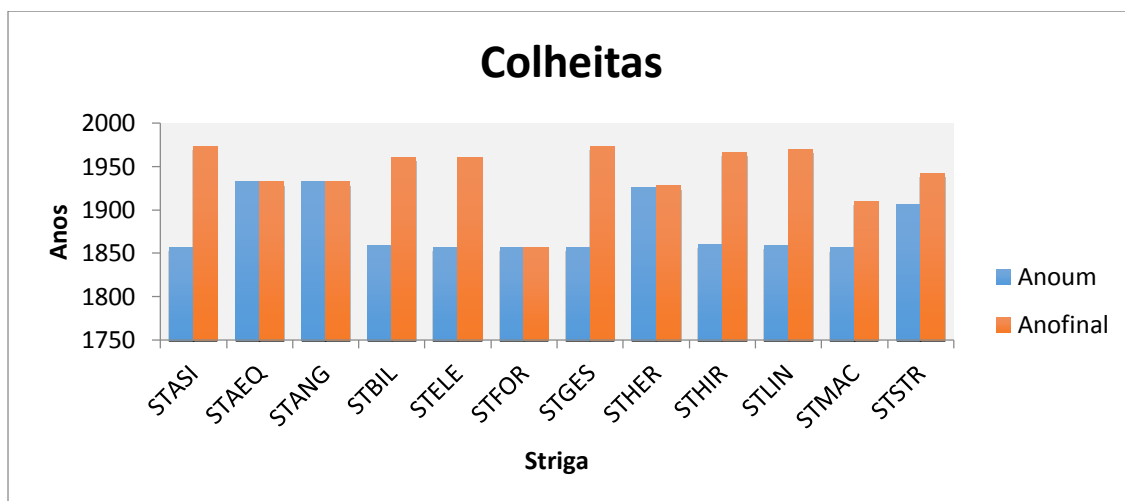


Figura 3.12. Colheitas realizadas até 1973.

Na Fig. 3.13 ilustra-se que a maioria de espécimes recolhidos em Angola não estava identificada com excepção de algumas coleções de Welwitsch, Gossweiler e Baum entre outros, que apenas precisaram de actualizações.

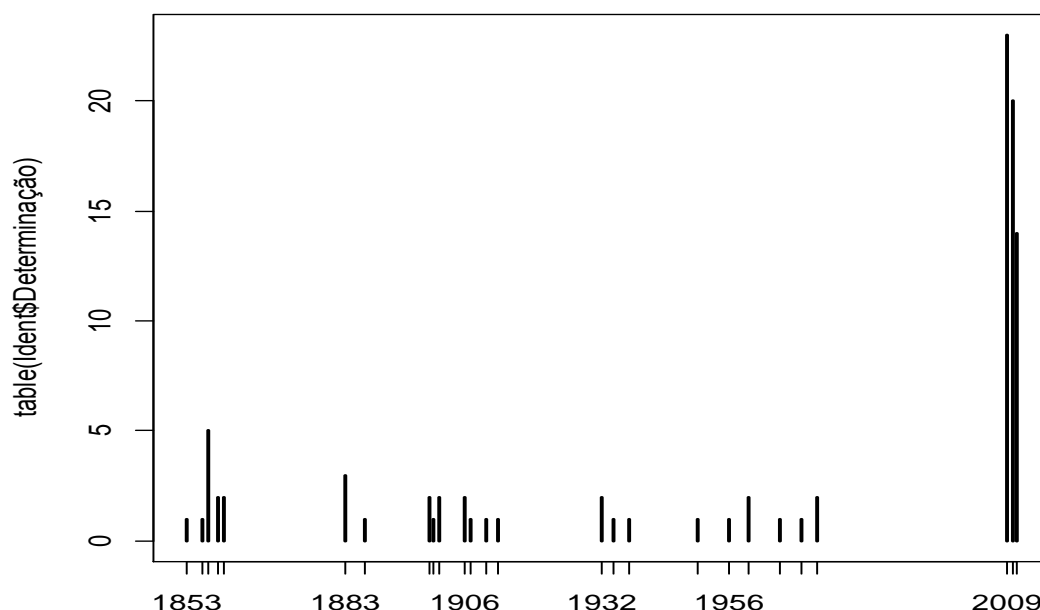


Figura 3.13. Épocas de identificação de *Striga* assinalada em Angola.

O Quadro 3.5 pode ser interpretado como complemento da Figura 3.13. Nele está demonstrado que no caso de *S. asiatica* e *S. hermonthica* cerca de 80% do material recolhido em Angola, até 1973, foi identificado ao longo da elaboração da presente dissertação.

O modelo utilizado, com variáveis morfológicas, não difere muito das hipóteses apresentadas por Mohamed *et al.* (1996, 2001, 2007), tanto baseadas em análises morfológicas, como com base em marcadores moleculares.

Por outro lado, Estep (2010) também obteve três grupos na separação de espécies do género *Striga* utilizando marcadores moleculares. Tendo referido que o primeiro grupo basal era formado por *S. forbesii* e *S. angolensis*, bem como outras espécies não assinaladas em Angola. O segundo incluía *S. asiatica*, *S. elegans* e *S. lutea*, sendo o último constituído por *S. hermonthica*, *S. gesnerioides* e *S. aspera*. *S. lutea*, apesar de não estar indicada para Angola, é o quarto membro do grupo de *S. asiatica*. *S. aspera* também não ocorre em Angola, todavia, faz parte do grupo de *S. hermonthica*. Na separação ficaram colocadas nos referidos grupos de acordo com o número de nervuras no cálice

que ostentam, *polipleurae* – 10 nervuras (*S. lutea*) e *pentapleurae* 5 nervuras (*S. aspera*). No entanto, não ficou bem esclarecido por Estep (2010), a presença de *S. forbesii* (10-15 nervuras) e *S. angolensis* = *S. strigosa* (5 nervuras) no mesmo grupo. Com o presente modelo também foram obtidos três grupos principais, um com membros de 5 nervuras e 2 com espécies de 10 a 15 nervuras, pelo que é de aceitar a sua validação.

Quadro 3.5. Espécimes de *Striga asiatica* e *S. hermonthica* assinaladas em Angola

Registos	Anos	Designação inicial	Designação actual
Welwitsch 5880 (LISU!, COI!)	1857	<i>S. hirsuta</i>	<i>S. asiatica</i>
Welwitsch 5881 (LISU!, COI!)	1857	<i>S. hirsuta</i>	<i>S. asiatica</i>
Dekindt 282 (LISC!)	1901		<i>S. asiatica</i>
Dekindt 1153 (LISC!)	1901		<i>S. asiatica</i>
Gossweiler 4466 (COI!);	1908	<i>Striga lutea</i>	<i>S. asiatica</i>
Otto Hundt 942 (COI!)	1934		<i>S. asiatica</i>
Excell e Mendonça 362 (COI!)	1937		<i>S. asiatica</i>
Mendes 1702 (LISC!)	1956	<i>Striga</i> sp.	<i>S. asiatica</i>
Mendes 2253, (LISC!)	1960	<i>Striga</i> sp.	<i>S. asiatica</i>
Barbosa e Correia 8937 (LISC!)	1960	<i>Striga</i>	<i>S. asiatica</i>
Teixeira e Andrade 8277 (LISC!, COI!)	1963	<i>Striga</i>	<i>S. asiatica</i>
Teixeira e Andrade 8462 (LISC!, COI!)	1963	<i>Striga</i>	<i>S. asiatica</i>
Macelino 141 (LUAU!);	1963	<i>Striga lutea</i>	<i>S. asiatica</i>
Meneses 3300 (LISC!)	1969	<i>Striga</i>	<i>S. asiatica</i>
Silva 3434 (LISC!, COI!)	1971	<i>Striga</i> sp.	<i>S. asiatica</i>
Bamps, Martins e Matos 4452 (LISC!)	1973	<i>S. asiatica</i>	<i>S. asiatica</i>
Bamps, Raimundo e Matos 4109 (LISC!)	1973	<i>S. asiatica</i>	<i>S. asiatica</i>
Gossweiler 9199 (LISC!)	1926	<i>Striga</i>	<i>S. hermonthica</i>
Gossweiler 9199 (LISC!, COI!)	1928	<i>Striga</i>	<i>S. hermonthica</i>

No presente trabalho não foram utilizados marcadores moleculares em taxonomia porque nos levantamentos recentes, durante uma década, apenas foi verificada a ocorrência de uma única espécie, *S. asiatica*. Todavia, foram desenvolvidos trabalhos preliminares com marcadores moleculares, no Laboratório de Biologia Molecular da secção de Herbologia do Instituto Superior de Agronomia (ISA), com o apoio da Doutora Leandra Rodrigues, na análise de espécimes de *S. asiatica* recolhidos recentemente em Angola. Os resultados não foram satisfatórios devido ao estado deficiente de conservação do material

provocado pelas dificuldades de transporte de amostras de *Striga* até Lisboa. Em taxonomia molecular é sobejamente conhecido que a degradação do DNA, processo comum que ocorre após a morte dos tecidos, não permite obter resultados fiáveis (Kigawa *et al.*, 2003).

Em Angola, o conhecimento de *Striga* apenas é do domínio de algumas populações rurais e de um número muito reduzido de autores que têm documentado a sua presença, natureza e importância económica no país (Elizabeth de Matos, comun. pessoal 2002-2012; Teixeira, 1966; Dovala, 2005, Dovala e Monteiro, 2013, 2014a, 2014b; Dovala *et al.*, 2006; Henriques, 2008; Henriques *et al.*, 2010). Pouca a nula informação sobre *Striga* é veiculada em círculos académicos, profissionais e científicos. Esta realidade faz lembrar os tempos de Friedrich Welwitsch, antes da sua ida a Angola, no século XIX. Cito: «O lugar docente na Escola Politécnica de Lisboa foi por ele abandonado em consequência do pouco interesse dos alunos». Tivera considerado «o jardim botânico de Lisboa como uma instituição onde o nepotismo podia colocar, a expensas do estado, inválidos como trabalhadores. Existem certos países onde a Ciência e a Arte podem (e querem) manter-se como ruínas do passado e neste aspecto a abençoada península hispânica é inultrapassável». «O Dr. Tomás de Carvalho, então professor da escola Médica de Lisboa, tinha sugerido que os jovens (alunos) portugueses deveriam acompanhar Welwitsch nas suas digressões botânicas, para que aqueles se tornassem, desse modo, discípulos seus. Infelizmente esta sugestão não teve sucesso.». A respeito da paralisação da botânica portuguesa daquela época, exprimiu-se Willkomm como segue: «Em Portugal, desde a morte de Brotero até à segunda metade deste século (XIX), pouco foi feito, por parte dos botânicos naturais do país, em prol da investigação da vegetação espontânea daquela terra, pois nem os próprios Professores de Botânica e Directores dos jardins botânicos de Lisboa e de Coimbra se ocuparam, fosse de que maneira fosse, da flora pátria. Pelo contrário, prestou grandes serviços para um melhor conhecimento da flora portuguesa um estrangeiro a saber, o botânico austríaco Friedrich Welwitsch». Naquele tempo, a flora portuguesa foi desprezada quase que por completo. «Durante 50 anos, quasi estacionaram os estudos de botânica sistemática em Portugal» Dolezal (1974).

Mohamed & Musselman (1997) consideram Angola como possuindo uma notável diversidade em espécies de *Striga*, uma das mais ricas da região austral de África, senão de todo o continente, mas que a sua situação actual não era bem conhecida neste país. Afirmaram, ainda, que, possivelmente, os colectores angolanos seriam em número muito reduzido ou ainda não estariam advertidos sobre a presença desta planta-parasita no seu país. Segundo Mohamed *et al.* (2001) um *conspectus* do género *Striga* sobre o continente africano é importante para servir de base e facilitar o trabalho de investigação entre outros, a fim de permitir a determinação de novos problemas de plantas-parasita. Todavia, contrariamente ao que aconteceu com a maioria dos países africanos, Angola não foi incluída em nenhum dos principais projectos de floras regionais africanas. Em vez disso a sua flora tem sido tratada separadamente no *Conspectus florum angolensis* (CFA), que continua incompleto. Acresce que a elaboração do CFA encontra-se suspensa, permanecendo grande parte da flora por catalogar (Figueiredo & Smith, 2008); é o caso do género *Striga* que não foi, ainda, estudado no âmbito desta obra.

A primeira planta angolana descrita na literatura científica foi *Mauera angolensis* DC., colhida nas vizinhanças de Benguela por Joaquim José da Silva entre 1783 a 1787. Esta colheita, depositada no Museu Real da Ajuda em Lisboa, foi transferida para Paris durante a ocupação de Portugal pelas forças Napoleónicas, tendo vindo a ser descrita apenas em 1824 (Figueiredo & Smith, 2008). O género *Striga* foi descrito por Loureiro, botânico italiano, em 1790 (Mohamed *et al.*, 2001). Meio século depois, em 1853, foi referenciado pela primeira vez em Angola, tendo as colheitas continuado até 1973. Posteriormente, existiram poucas oportunidades para desenvolver trabalhos de campo até 2002. Têm sido publicadas perdas substanciais, estimadas em 25% da produção de milho em Angola e 10% na Namíbia, causadas por *S. asiatica* (de Groote *et al.* 2008; parker, 2012). Todavia, na Namíbia os estudos encontram-se num estado mais avançado do que em Angola.

3.4 Distribuição geográfica do género *Striga* em Angola

Com base nos dados recolhidos nos materiais de herbário consultados e nas colheitas recentes efectuadas em Angola elaborou-se, por província, o mapa da distribuição das espécies de *Striga* (Fig. 3.14).

Verifica-se que a maior diversidade de espécies ocorre nas províncias de Bengo, Cuanza Norte, Malange, Lunda Sul, Cuanza Sul, Huambo, Bié, Benguela, Huila, Namibe, Cunene e Cuando Cubango. Nas províncias de Cabinda, Zaire, Uíge não existem registos destas plantas parasitas.

Na Fig. 3.14 está bem espelhado que a maior concentração e diversidade de *Striga asiatica* ocorre na chamada zona tradicional da cultura do milho, que compreende todo o Planalto Central de Angola e regiões adjacentes. É nestas regiões que se tem verificado a ocorrência de infestações severas de *S. asiatica* em campos de milho.

Presentemente, *S. asiatica* é a espécie mais frequente e abundante, sendo de ocorrência geral quase em todo o país, com grande expressão na referida região do Planalto Central e regiões adjacentes, prolongando-se até à província do Cunene. É de salientar, que a sua severidade aumenta na chamada zona tradicional da cultura do milho (Diniz, 1998). Em relação à altitude *S. asiatica* foi recolhida no passado desde altitudes médias (800-1000 m), Cubal-Banguela, Cuanza Norte, Cuanza Sul, Malange, até altitudes com cerca de 1800 m (Huambo, Huila). As colheitas e levantamentos recentes de *S. asiatica* têm decorrido, particularmente, nas províncias do Bié, leste de Benguela, Cuanza Sul, Cunene, Huambo e Huila. *S. gesnerioides* tem ocorrido preferencialmente nas zonas semiáridas do litoral e do sul (50-1000 m), com poucas colheitas nas regiões de maiores altitudes (até ca. 1000m) do centro e sul do país.

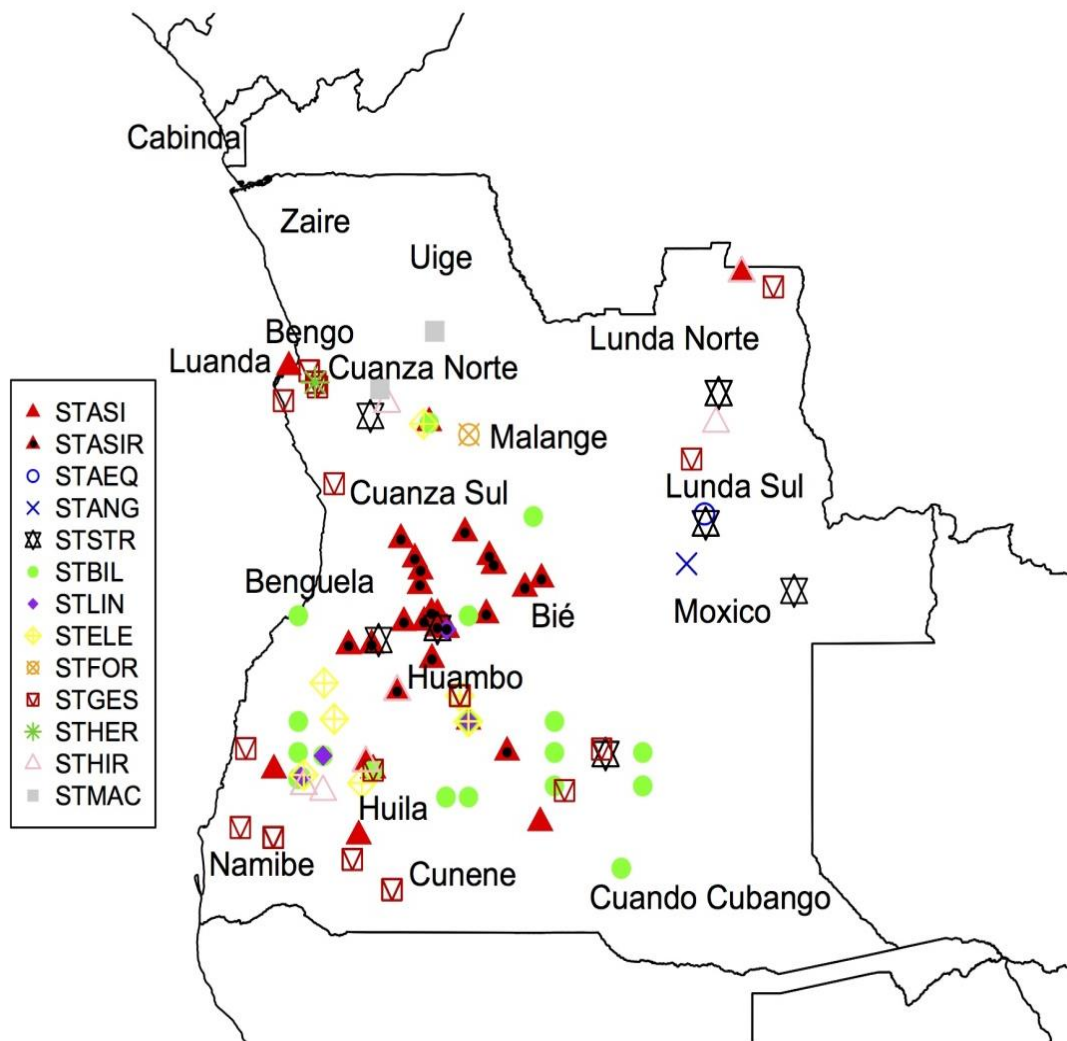


Figura 3.14. Distribuição das 11 espécies do género *Striga* identificadas para Angola (STAEQ - *S. aequinoctialis*; STASI - *S. asiatica*; STASIR - *S. asiatica* (Colheitas recentes); STBIL - *S. bilabiata* ssp. *bilabiata*; STLIN - *S. linearifolia*; STELE - *S. elegans*; STFOR - *S. forbesii*; STGES - *S. gesnerioides*; STHER - *S. hermonthica*; STHIR - *S. hirsuta*; STMAC - *S. macrantha*; STSTR - *S. strigosa* = STANG - *S. angolensis*).

3.5 Chave de identificação das espécies de *Striga* assinaladas em Angola

Striga distingue-se de outros géneros de *Orobanchaceae* por possuir corolas bilabiadas com uma curva acentuada no tubo da corola e anteras uniloculares. Algumas espécies de *Striga* são fáceis de identificar. Todavia os grupos formados por *S. asiatica*, *S. hirsuta*, *S. elegans* e por *S. hermonthica* são os que mais facilmente se confundem. O recurso a chaves dicotómicas associadas a ilustrações é fundamental em servir de guias de campo para estudos taxonómicos. Nesse sentido propõe-se, com base, nos descritores morfológicos analisados e nos agrupamentos resultantes da análise multivariada uma chave dicotómica para as 12 espécies identificadas para Angola (adaptado de Mohamed *et al.*, 2001).

- 1 – Cálice com (3)4-5 nervuras, cada uma terminando nos dentes do cálice..... 2
- 1' – Cálice com 10 nervuras ou mais.....7
- 2(1) – Corola com os lóbulos do lábio inferior unidos em mais de 50% do seu comprimento formando uma corola fortemente bilabiada.....3
- 2' – Corola com os lóbulos do lábio inferior unidos até 50% do seu comprimento formando uma corola fracamente bilabiada.....5
- 3(2) - Planta glabrescente, com poucos pelos nas margens das folhas e das brácteas; caules alados; folhas filiformes, decussadas, mais curtas que os entrenós; brácteas mais longas que o cálice; cálice 3-4 mm longo.....***S. aequinoctialis* A. Chev. ex Hutch. & Dalziel**
- 3' - Planta pubescente ou hispida; caules não costados; cálice mais de 4 mm longo; flores opostas em espigas densas.....4
- 4(3') - Brácteas mais largas que as folhas; flores opostas, espigas tão longas como os caules vegetativos; dentes desiguais, quase do mesmo comprimento do tubo do cálice.....***S. bilabiata* (Thunb.) Kuntze ssp. *bilabiata***
- 4' - Brácteas mais curtas do que as folhas; tubo da corola curvo junto ao topo dos dentes do cálice.....***S. linearifolia* (Schumach. & Thonn.) Hepper**
- 5(2') - Folhas visivelmente 3-nervadas, margens grosseiramente dentadas, as inferiores mais longas que os entrenós; brácteas muito diferentes das folhas, mais curtas que o cálice; flores opostas em espiga (laxa na base e densa para o ápice); dentes tão longos como o tubo do cálice, subiguais; corola de cor malva, tubo 12-13 mm longo, curvo acima do topo dos dentes do cálice.....***S. strigosa* R.D. Good (= *S. angolensis* Mohamed & Musselman)**
- 5' - Nervuras das folhas não visíveis, margens inteiras.....6

- 6(5') - Planta mais ou menos suculenta, geralmente ramificada desde a base, caules em tufos; folhas aplicadas parecendo escamas; dentes mais curtos que o cálice; tubo da corola 8-14 mm longo.....***S. gesnerioides* (Willd.) Vatke**
- 6' – Planta muito ramificada, até de 90 cm ou mais de altura; folhas mais longas que os entrenós; flores com uma fragância adocicada pela madrugada; cálice 7-12 mm de longo, dentes mais curtos que o tubo, desiguais, deltoides; tubo da corola maior que 10 mm longo, limbo fracamente bilabiado.....***S. hermonthica* (Delile) Benth.**
- 7 (1') – Folhas mais de 3 mm largura, 2-5 nervuras proeminentes, margens dentadas.....8
- 7' - Folhas até 3 mm de largura, nervuras obscuras, margens inteira.....9
- 8 (7) - Folhas opostas, lanceoladas, 3-5 nervuras, geralmente mais curtas que os entrenós; bráctea inferior dentada, 3 nervadas proeminentes; cálice 10-15 nervuras, mais curto que as folhas, dentes iguais, mais longos que o tubo; tubo da corola 20-25 mm longo.....***S. forbesii* Benth.**
- 8' – Folhas grosseiramente dentadas mais longas que os entrenós; brácteas semelhantes, tão longas ou mais que o cálice, recurvadas; flores em espiga densa; dentes desiguais, ca. metade do tubo do cálice; corola geralmente branca, amarela na fauce, tubo ca. 20 mm longo.....***S. macrantha* (Benth) Benth.**
- 9 (7') – Flores vermelhas, cor de sangue vivo, fragrantes, opostas em espiga densa mais curtas que o caule vegetativo; folhas geralmente mais curtas que os entrenós; brácteas semelhantes, as inferiores mais longas que o cálice; dentes iguais, tão longos como o tubo do cálice; corola com a fauce amarela.....***S. elegans* Benth.**
- 9' – Flores vermelho não vivo, alternas num racimo ou espiga laxa.....10
- 10 (9') – Planta anual, geralmente ramificada; folhas mais longas que os entrenós; brácteas diferentes, mais longas que o cálice; flores alternas, em espiga laxa mais longa que o caule vegetativo; cálice 10-nervuras, dentes mais pequenos que o tubo; corola geralmente vermelha a rósea,fauce amarela,tubo com 11-14 mm de longo.....***S. asiatica* (L.) Kuntze**
- 10' - Planta anual, geralmente pequena; folhas mais curta que os entrenós; brácteas diferentes, a inferior maior que o cálice; flores alternas, em espiga laxa; cálice com 10-nervuras, dentes igualando o tubo; corola vermelha escura, fauce amarela.....***S. hirsuta* Benth.**

Taxonomia das espécies de *Striga* assinaladas em Angola

Em Angola, apesar do impacto de *Striga* ser conhecido nos sistemas de agricultura familiar, não existe uma única referência sobre a taxonomia e espécimes observados dos *taxa* presentes no seu espaço territorial. Uma sinopse do género *Striga*, para um grande país como Angola, constitui uma base importante para o ensino, investigação e produção agrícola, pois pode permitir o levantamento, gestão e redução de plantas parasitas existentes (*Striga*, *Alectra*, *Chromolaena*, etc.), bem como a predição de novos problemas de parasitas, em particular do potencial das espécies de *Striga* para danificar as culturas. Um dos objetivos do presente trabalho é dar uma contribuição para o conhecimento e importância económica de espécimes observados das espécies de *Striga* que ocorrem em Angola.

Striga aequinoctialis A. Chev. ex Hutch. & Dalz., Expl. Bot. Afr. Oc. Fr. 1: 476. 1920. Type: Guinea (Conakry). Montagne de Nzo, *Chevalier 21035* (holotype, P).

Planta perene até 50 cm de altura, geralmente não ramificada ou com 2 a 3 ramos a partir da base ou do meio, glabrescente com poucos pelos nas margens das folhas e das brácteas. Caules costados. Folhas 10-25 x 1 (-2) mm, filiformes, sésseis, decussadas, ascendentes, mais curtas que os entrenós, margens híspidas e nervuras obscuras. Brácteas 4-6 (-12) x 1 (-2) mm, lineares, híspidas ao longo das margens, encurvadas, mais compridas que o cálice. Flores decussadas em espigas laxa, inflorescência mais curta que o caule vegetativo. Cálice com 5 nervuras, 3- 4 mm de comprimento, dentes desiguais, lanceolados, mais curtos que o tubo do cálice; corola cor de malva com pelos retrorsos, tubo de 10-12 mm de comprimento, curvo acima do topo dos dentes do cálice e limbo fortemente bilabiado, lábio inferior com lóbulos agudos e com a incisura entre eles curta e lábio superior obtuso.

Striga aequinoctialis distingue-se das outras espécies pelo seu caule glabrescente, folhas filiformes e cálices dos mais pequenos do género *Striga* . Não representa nenhuma ameaça para as culturas.

Habitat: Zonas de altitude e húmidas.

Distribuição geográfica: Angola, Lundas Sul: *Young 1300* (LISC!). Guiné Conacry, Liberia, Serra Leoa., Costa de marfim.

***Striga strigosa* R.D. Good e *Striga angolensis* Mohamed & Musselman**

Striga strigosa R. Good. Type: Angola, Cuando Cubango, Cuito Cuanavale, vale do rio Cuatiri, 15-11-1906. *Gossweiler 3507* (sintype, LISC!).

Striga strigosa R. Good. Type: Angola, Cuando Cubango, Menongue, Vila Serpa Pinto, rio Cueba, vale do Cambambe: 15-11-1906. *Gossweiler 3915* (isosintype, LISC!).

Striga angolensis Mohamed & Musselman, *Brittonia* 49: 118-121. 1997. Type: Angola. Vila Luso, Rio Luena, 1-12-1932. *Young 1365* (isotype, LISC!).

Planta herbácea perene com cerca de 70 cm ou mais de altura, não ramificada ou com 2 a 3 ramos desde a base ou do meio; caule estrigoso glandular-pubescente, obtusamente quadrado. Folhas visivelmente 3-nervadas, margens grosseiramente dentadas, as inferiores mais compridas do que os entrenós, (10-) 20-35 x 2-8 mm, tornando-se mais curtas para cima, lanceoladas, sésseis, alternas. Brácteas muito diferentes das folhas, com dimensões de 5-8 x 2 mm de comprimento, mais curtas que o cálice. Flores opostas, em espiga (laxa na base e densa para o ápice). Cálice com 4-5 nervuras, cada uma terminando nos dentes do cálice, 6-8 mm de comprimento, dentes tão longos como o tubo (3-5), subiguais. Corola com os lóbulos do lábio inferior unidos até 50% do seu comprimento (incisuras curtas) formando uma corola fracamente bilabiada, cor de malva, densamente glandular pubescente, tubo 12-13 mm de comprimento; curvo acima do topo dos dentes do cálice; limbo fracamente bilabiado; lábio inferior com lóbulos 7-8 X 2 mm obovados e com a incisura entre eles longos, lábio superior obovado, lóbulos 5 x 3 mm.

S. strigosa e/ou *S. angolensis* são parasitas de gramíneas espontâneas em zonas húmidas e pantanosas. São endémicas de Angola, tal como *S. chrysantha* A. Raynal confinada ao sul da República Centro Africana e norte República Democrática do Congo; *S. gastonii* A. Raynal ao sul do Chade e República Centro Africana; *S. hallaei* A. Raynal apenas conhecida a partir de duas coleções no Gabão e República Democrática do Congo; *S. lepidagathidis* A. Raynal,

restrito ao Senegal, Guiné-Bissau e Guiné Conacry; *S. primuloides* A. Chev. Apenas com algumas coleções do Mali, Costa do Marfim, Gana e Nigéria (Mohamed *et al.* 2001).

Distribuição geográfica: Angola, Benguela: *Faulkner* A376 (COI!, LISU!); Cuando Cubango: *Gossweiler* 3915 (LISC!, COI!), 3507 (LISC!, COI!); Huambo: *Tisserant* A.245 (COI!); Lunda Sul: *Gossweiler* 11382, 11560 (COI!); *Exell* e *Mendonça* 1353; Moxico: *Exell* e *Mendonça* 1529 (COI!).

Habitat. Zonas húmidas, savanas e pastagens naturais.

Distribuição geográfica: Angola, Moxico: *Young* 1365 (LISC!).

***S. asiatica* (L.) Kuntze**

Striga asiatica (L.) Kuntze, Rev. Gen. Pl. 2: 466. (1891). *Buchnera asiatica* L., Sp. Pl: 630:1753. Type: *Toreen* s.n. (LINN, fotografia). Ilhas Comoras. St. Joana, *Toreen* s.n. (LINN, fotografia).

Planta herbácea anual, até 40 cm de altura, geralmente ramificada desde o meio podendo começar da base, escabrosa e hispida; caule obtusamente quadrangular. Folhas com dimensões de (10) 20-50 x 1-3 mm, lineares a estreitamente elípticas, opostas, mais compridas que os entrenós; margens inteiras e nervuras obscuras. Brácteas diferentes, todas mais compridas que o cálice; brácteas inferiores com 15-35 (-50) X 1-3 mm, semelhantes às folhas, brácteas superiores lanceoladas. Flores alternas, em espiga laxa, mais comprida que o caule vegetativo. Cálice com 10-nervuras, 7-9 mm de comprimento, tubo 5-7 mm de comprimento, dentes mais pequenos que o tubo, 5 iguais ou 6-8 desiguais, estreitamente lanceolados; corola vermelha a rósea, raramente purpúrea, vermelha escura e amarela, garganta/fauce amarela, tubo com 11-14 mm de comprimento, curvo acima do topo dos dentes do cálice, esparsamente pubescente; lóbulos do lábio inferior (3-5 X 2-3 mm) obovados, lábio superior mais largo que longo 3 X 3 4 - 7 mm, emarginado.

Em Angola e em toda a África Austral, Central, Oriental e Ocidental *S. asiatica* provoca danos severos às culturas de milho e sorgo, bem como às outras culturas cerealíferas. Presentemente, *S. asiatica* constitui um problema grave para a cultura do milho, em particular no Planalto Central de Angola e zonas

adjacentes, cujos prejuízos para o país estão estimados em 25% (de Groote *et al.*, 2008; Parker, 2012).

No passado, *S. asiatica*, *S. lutea* e *S. hirsuta* foram tratadas como a mesma espécie. Mais tarde, com base nas diferenças morfológicas, ecológicas e fenológicas, ficou evidente tratar-se de três taxa distintos. O centro de origem de *S. asiatica* é africano, podendo envolver a África do Sul, Madagascar ou as Ilhas Mascarenhas. Esta suposição é suportada pela presença, restrita na África austral e do leste, de *S. elegans* Benth. semelhante e muito relacionada com *S. asiatica* (Mohamed, 2001). Mais recentemente, foi revelado que a origem de *Striga asiatica* pode, provavelmente, ser o norte da Namíbia e/ou o sul de Angola (Maass *et al.*, 2012).

Habitat. Campos de cereais, em zonas húmidas, semiáridas, savanas. Com preferência por solos ferralíticos, mas tolerando todo o tipo de solo.

Distribuição geográfica: Angola, Benguela: *Bamps, Martins e Matos 4452* (LISC!); *Dovala*; Benguela/Huila: *Otto Hundt 942* (COI!); Bié: *Dovala-Chicapa*; Cuando Cubango: *Bamps, Raimundo e Matos 4109* (LISC!); Huambo: *Macelino 141* (LUAU!); *Silva 3434* (LISC!, COI!); *Wellman 1769* (LUAU!). *Dovala 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07*; Huila: *Barbosa e Correia 8937* (LISC!); *Dekindt 282, 1153* (LISC!); *Meneses 3300* (LISC!); *Mendes 1702, 2253* (LISC!); *Teixeira e Andrade 8277, 8462* (LISC!, COI!); *Dovala*; Lundas Sul: *Exell e Mendonça 362* (COI!); Cuanza Sul: *Gossweiler 4466* (COI!); *Dovala*; Malanje: *Welwitsch 5880* (COI!), *5881* (LISU!, COI!). Toda a África Austral, Oriental e Central. Alguns países da África Ocidental, Austrália e Estados Unidos da América do Norte.

S. bilabiata* (Thunb.) Kuntze subsp. *bilabiata

Striga bilabiata (Thunb.) Kuntze, Rev. Gen. P1. 3 (2): 240. 1898. *Buchnera bilabiata* Thunb., Prodr. P1. Cap 100. 1800. Type: África do Sul. *Thunberg s.n.* holotype, PS).

Striga thunbergii Benth., Bot Companion. Mag. 1: 363. 1835. Type: Botswana. (?) *Anónimo 2494* (holotype, K).

Striga thunbergii var. *grandiflora* Benth., in Washington DC. Prodr. 10:502. 1846. Type: South Africa. Kat Rio Poort, *Drége 2297b* (holotype, K).

Striga welwitschii Engl., Bot. Jahrb. Syst. 23: 514, 12, fig. F, G. 1897.

Type: Angola. *Welwitsch 5821/5820*. (holotype, K; isotype, MO, LISU!).

Striga thunbergii var. *grandiflora* Engl., in Baum-Kunene Samb. Exped. 369. 1903. Type: Angola. Longaminindung, *Baum* 552 (holotype, K).

Erva perene, 20-60 cm de altura, rigidamente ereto, não ramificado ou com 2 a 3 ramos desde a primeira metade do caule, pubescente ou escabrosa, hispida. Caule quadrangular, circular ou alado. Folhas 2-6 x 1-2 mm, lanceoladas, 10-60 X 1-2 (-5) mm, lineares, ascendentes ou horizontais, maiores ou não do que os entrenós, margem inteira, nervuras obscuras. Brácteas 5-20 x -3 mm, lineares ou lanceoladas, maiores ou menores que o cálice. Espigas tão longas como os caules vegetativos. Cálice tubular, com 5 nervuras, 4-12 mm de comprimento; tubo 2-6 (-8) mm de comprimento; lóbulos 4 iguais ou 5 desiguais, lineares ou deltados, 1-5 mm de comprimento. Corola densamente pubescente, tubo 7-17 milímetros, com curva expandida proximal ou distalmente; lobos do lábio inferior 14 (-7) X 1-2 mm, lábio superior 24 (-7) X (1 -) 2-4 (-7 mm), os três lóbulos do lábio inferior e os dois lóbulos do lábio superior são fundidos quase ao longo de todo o seu comprimento formando uma corola fortemente bilabiada, ápices curtos, obtusos ou agudos.

A falta de caracteres seguros para distinguir *S. bilabiata*, *S. rowlandii* Engl., *S. barteri* Engl., *S. ledermannii* Pilger e *S. welwitschii* Engl. levou à redução destas espécies a subespécies de *S. bilabiata*.

S. bilabiata (Thunb.) Kuntze ssp. *bilabiata* limita-se às pastagens naturais, não constituindo agente patogénico para as culturas.

Habitat. Zonas húmidas, savanas e pastagens naturais.

Distribuição geográfica: Angola, Benguela: *Gossweiler* 2232 (LISC!); Bié: *Teixeira*- 217 (LUAU!). Cuando Cubango: *Gossweiler* 2669, 2847 (LISC!); *Mendes* 2624, 2821 (LISC!); Huila: *Welwitsch* 5820, 5821, 5822 (LISU!); *Welwitsch* 5822 (COI!); *Leg. Newton* 109, 110, 154 (65) (COI!); *Baum* 552 (COI!); *Gossweiler* 4048 (COI!); *Monteiro* 11 (a) (LISC!); *Mendes* 1416, 1620, 1953, 2624, 2821 (LISC!); *Anónimo* 217, 179, 180 (LISC!); Malange: *Welwitsch* 5854 (COI!). África do Sul, Botswana, Namíbia, Sul da Republica Democrática do Congo, Zâmbia, Zimbabwe.

Striga elegans Benth., Companion Bot. Mag. 1: 363. 1836. Type: South Africa. *Burke 443/3591* (holotype, K).

Planta anual, 30 (-50) cm de altura, rigidamente erecta, não ramificada ou com 2 a 3 ramos desde a base, escabrosa densamente hispida; caules obtusamente quadrados, sulcados. Folhas com 10-20(-30) x 2-3 mm, opostas, mais curtas que os entrenós; margens inteiras e nervuras obscuras. Brácteas semelhantes 3-12 x 1-2 mm, lanceoladas, as inferiores mais longas que o cálice e as superiores mais curtas que o cálice. Flores opostas, em rácimo denso, mais curto que o caule vegetativo. Cálice com 10-15 nervuras, 8-13 mm de comprimento, tubo 6-7 (-9) mm de comprimento, dentes 5 iguais ou 6 desiguais, lineares a lanceolados, 2-5 mm de comprimento; corola vermelha brilhante (cor de sangue vivo), garganta/fauce amarela, tubo com 14-18 mm de comprimento, curvo acima do topo dos dentes do cálice, densamente glandular-pubescente; lóbulos do lábio inferior 5-10 X 3-5 (-7) mm ovados, lábio superior 3-5 X 6-11 mm, emarginado.

Não têm sido registadas perdas significativas nas colheitas devido à presença de *S. elegans*.

Habitat. Zonas húmidas, savanas e pastagens naturais.

Distribuição geográfica: Angola, Huila: *Meneses 377* (COI!, LISC!); *Baum 490* (COI!); *Gossweiler 2916* (COI!); *Santos 275* (LISC!); *Mendes 1980* (LISC!); *Correia 3422/A* (LISC!); Malange: *Welwitsch 5851* (COI!, LISU!). Centro e Sul do Quênia, Tanzânia, Malawi, Zâmbia, Zimbabwe, Moçambique, Suazilândia, Botsuana e Lesoto.

Striga forbesii Benth., Companion Bot. Mag. 1: 364. 1836. Type: Mozambique. *Forbes s.n.* (holotype, K).

Planta herbácea de ciclo anual, até 70 cm ou mais de altura, glandular pubescente a escábrida, porte erecto, geralmente com 2 ramos abaixo do meio; folhas 15 x 4 mm, sésseis, opostas, lanceoladas, grosseiramente dentadas, mais longas que os entrenós (10 mm) e as brácteas inferiores (65 mm); brácteas desiguais, a inferior mais longa que o cálice (65 mm) e a superior mais curta;

inflorescência mais curta que o caule vegetativo, flores opostas em espiga laxa; cálice 13 mm, 5 dentes iguais, largamente lanceolados, mais longos que o tubo (5 mm); corola rosa-salmão, densamente glandular-pubescente; tubo ca. 20 mm ou mais de comprimento, curvo acima do topo dos dentes do cálice, densamente glandular-pubescente, lóbulos do lábio inferior obovados, lábio superior emarginado.

S. forbesii constitui um dos principais factores limitantes das culturas de regadio por inundação, caso de arroz e cana-de-açúcar, bem como para milho, massango e sorgo. Tem sido considerado o principal factor limitante da expansão de orizicultura em países africanos (Otsuka e Kalirajan, 2006).

Habitat. Zonas com vegetação aberta, húmidas sujeitas ao encharcamento, Anharas e baixas alagadas com culturas cerealíferas (arroz, cana sacarina, milho).

Distribuição geográfica: Angola, Malange: *Welwitsch* 5893 (LISU!). Kwanza Norte: *Johmton* 83 (K). Moxico: *Milne-Redhead* 4155 (BM, K); “chanas do leste, Moxico” anharas pantanosas ao longo da maior parte do ano. África Austral, Oriental, Central e ocidental.

Striga gesnerioides (Willd.) Vatke, Oesterr. Bot. Z. 25: 11. 1875. *Buchnera gesnerioides* Willd., Sp. Pl. 338. 1801. Type: India. *Koenig* s.n. (B 11573). *Buchnera orobanchoides* R. Br., Flora 2: 388, t.2. 1832. *Striga orobanchoides* (R. Br.) Benth., Companion Bot. Mag. 1: 361. 1836. Type: Ethiopia. *Salt* s.n. (holotype, BM). *Striga orchidea* Hochst., Fl. XXIV. 43. 1841. Type: *Kotschy* 387 (holotype, K). *Striga gesnerioides* var. *minor* Santapau, Kew Bull. 1948: 491. 1949. Type: *Santapau* 3072 (holotype, Blatter Herb., St. Xavier's College, Bombay).

Planta mais ou menos suculenta, geralmente ramificada (tufos) desde a base, até 30 cm ou mais de altura, glabra a ligeiramente pubescente; caules quadrangulares a obtusamente angulosos; folhas parecendo escamas, até 10 x 3 mm, adpressas, geralmente mais curtas do que os entrenós; brácteas semelhantes, 2,5-6 x 2-3 mm, acuminadas, mais longas ou mais curtas que o cálice; flores opostas ou subopostas, em espiga; cálice 4-6 mm longo, dentes mais curtos que o cálice, desiguais a subiguais; corola branco-creme, azul claro, rosa ou púrpura, esparsamente pubescente a glandular pubescente, tubo 8-14

mm de comprimento, curvo acima do topo dos dentes do cálice, corola fracamente bilabiada, lábio inferior com lóbulos obovados e com a incisura longa entre eles; lábio superior indistintamente bilabiado ou emarginado.

Striga gesnerioides parasita culturas de folhas largas. Todavia, estirpes que parasitam feijão-macunde, hospedeiro mais importante dessa espécie, apenas têm ocorrido na África ocidental.

Habitat: Áreas semiáridas, savanas, áreas abertas, campos de feijão-macunde, amendoim e batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.], tabaco (*Nicotiana benthamiana* Domin, *Nicotiana tabacum* L.)

Bengo: *Teixeira et al.*, 10237 (LISC!); Cuando Cubango: *Baum s/n* (COL!); Gossweiler 3570 (COL!); Cunene: Silva 3007 LISC!; *Menezes et al* 4886 (LISC!); Huila: Huambo: *Borges* 14179 (COL!); Luanda: *Welwitsch* 5916 (LISU!, COL!); *Gossweiler* 9200 (LISC!); *Silva* 1741 (COL!); Malange: *Welwitsch* 5848 (COL!); Namibe: *Welwitsch* 5824 (COL!); *Antunes-Padre* 37 (COL!); *Cabral in Mendes* 2180 (LISC!); *Exell e Mendonça* 2392 (COL!); Kwanza Sul: *Teixeira et al.*, 619 (LISC!); *Menezes et al.*, 4951, 4970 (LISC!).
África Austral, Central, Ocidental e Oriental.

Striga hermonthica (Del.) Benth., Companion Bot. Mag. 1: 365. 1836. *Buchnera hermonthica* Del., Fl. Egypte: 245, 34 fig. 3. 1813. Type: Egypt. *Delile s.n.* (holotype, P).

Striga senegalensis Benth., in DC. Prodr. 10: 502 (1846). Type: Senegal. *Heudelot s.n.* (sintype, K).

Planta muito ramificada, até 90 cm de altura, densamente híspida e com pelos ascendentes. Folhas 6-9 x 1,1-1,5 cm, geralmente são mais compridas do que os entrenós, um pouco espessas, adpressas ou não e escábridas. Flores de fragância adocicada pela madrugada, opostas em espigas laxas na base e depois densas. Cálice com 7-12 mm de comprimento, parte intercostal esbranquiçada e translúcida; dentes mais curtos que o tubo, desiguais (o adaxial reduzido a menos de 1 mm) e deltóides. Corola rosa-vivo ou cor de malva, raramente branca, com pelos ascendentes não glandulosos; tubo da corola 10-20 mm de comprimento, esparsamente pubescente (não glandular pubescente), curvo junto ao topo dos dentes do cálice; limbo fracamente bilabiado, com o lábio

inferior de lóbulos obovados e com a incisura longa entre eles e lábio superior emarginado.

Striga hermontica, também baptizada por “Feiticeira gigante”, constitui uma séria ameaça para a produção de cereais como milho, sorgo massango e arroz, particularmente na África Saheliana. Em Angola, são escassos os espécimes colhidos.

Habitat: áreas abertas, em todos tipos de solos cultivados de cereais (milho, sorgo, massango, arroz).

Distribuição geográfica: Angola, Luanda: *Gossweiler 9199* (LISC!, COI!), 14219 (K). África oriental, central, ocidental e alguns países da África austral.

Striga hirsuta Benth., in DC. Prodr. 10: 502. 1846. Type: China. *Loureiro s.n.* (holotype, P).

Striga pusilla Hochst, in DC. Prodr. 10: 503. 1846. Type: Ethiopia. *Gafata, Schimper 1209* (holotype, K).

Planta anual, pequena, até 20 cm ou mais de altura. Folhas até cerca de 15 mm de comprimento e mais curtas do que os entrenós; página inferior das folhas e brácteas com uma linha de pelos híspidos ao longo das margens e da nervura principal. Brácteas diferentes, a inferior maior que o cálice e a superior menor. Flores alternas, em espiga laxa mais longa que o caule vegetativo. Cálice com 10 nervuras; tubo até 6 mm de comprimento e dentes igualando o comprimento do tubo. Corola de cor vermelha escura, com a fauce amarela e 8-10 (12) mm de comprimento, esparsamente glandular-pubescente; tubo até 15 mm de comprimento, curvo acima do topo dos dentes do cálice; lóbulos do lábio inferior obovados e o lábio superior emarginado.

A sua gama de hospedeiros não inclui culturas.

Habitat: Solos arenosos, gramíneas espontâneas em savanas.

Distribuição geográfica: Angola, Huila: *Welwitsch 5819* (COI!); *Anchieta (64) 3963* (COI); *Baum 393* (COI!); *Henriques 853* (LISC!); Kwanza Norte: *Gossweiler 5574* (COI!); Lunda Norte: *Exell e Mendonça 756, 976* (COI!); Lunda Sul: *Exell e Mendonça 230* (COI!). África Austral e alguns países da África central e do Oeste.

Striga linearifolia (Schum. e Thonn.) Hepper, Kew Bull. 14:416.1960. Type: Ghana. *Thonning* 284 (holotype, C, holotype negative # 2785, 2786; isotypes, K, P-JU).

Type: Angola. *Baum* 414 (sintype, COI!).

Striga strictissima Skan, Fl. Trop. Afr. 4(2): 407. 1906. Type: Nigeria. *Barter* 1263 (holotype, K).

Striga bilabiata subsp. *linearifolia* (Schum. & Thonn.) Mohamed, comb. nov.
Basionym: *Buchnera linearifolia* Schum. e Thonn., Beskr. Guin. Pl.: 279. 1827.

Planta ca 60 cm de altura ou mais, não ramificada ou com 2 ramos a partir da base, coberta com pelos densos, brancos, adpressos, híspidos, caule alado. Folhas muito estreitas, 3-8 x 1-2 mm, lanceoladas, decussadas, decorrentes, adpressas, mais curtas que os entrenós. Brácteas semelhantes, 5-7 (-10) x 1-2 mm, lanceoladas, um pouco mais compridas que o cálice. Flores opostas em espigas densas; inflorescências mais curtas do que o caule vegetativo. Cálice com 4-7 mm de comprimento; tubo 2-3 (-4) mm de comprimento; lóbulos 5, desiguais, lineares, com 1,5-3 mm de comprimento, aproximadamente com o mesmo comprimento do tubo. Corolla esbranquiçada a roxo azulado; tubo 7-14 mm de comprimento, curvado e expandido proximalmente nos dentes do cálice; densamente retrorso-pubescente; lobos do lábio inferior com 1-3 (-7) x 0,5-1 mm, de ápices agudos, os do lábio superior 2-5 X 2-4 mm, ligeiramente redondos.

S. linearifolia está amplamente distribuída nas savanas húmidas de África. Estende-se desde os 13° N e atinge o seu limite sul no Malawi (10° 55' S) e Angola (15° S). À semelhança das subespécies de *S. bilabiata*, ocorre em populações pequenas, muitas vezes de um número reduzido de plantas. Mohamed *et al.* (2001) referiram ter colhido uma planta de cada a partir de populações de apenas duas plantas no Mali, Costa do Marfim e Guiné Conacry. Apenas parasita hospedeiros de pastagens naturais.

Habitat: gramíneas espontâneas, em savanas húmidas de África. Entre 13 °N e 10 ° 55'S (Malawi), 15° S (Angola).

Distribuição geográfica: Angola, Cuando Cubango: *Mendes* 3075 (LISC!); Huambo: *Tisserent-Padre* A330 (COI!); *Moreno* 321 (LISC!, COI!); Huila: *Welwitsch* 5823 (COI!); *Baum* 414 (COI!); *Monteiro* 17a (COI!); *Mendes* 1413, 1980 (LISC!). África Central, Ocidental e Oriental.

Striga macrantha (Benth.) Benth., in DC. Prodr. 10; 503. 1846. *Buchnera macrantha* Benth., Companion Bot. Mag. 1: 366. 1836. Type: Sierra Leone. *Afzelius* s.n. (holotype, K).
Buchnera buetteneri Engel., Chev. Bot. 475, 1894. Type: Angola. *Welwitsch* 5907 (holotype, K), syntype (LISU!).

Striga macrantha é a espécie de *Striga* que ostenta maior porte. Pode atingir 2,5 m de altura. Caules quadrangulares, erectos, geralmente ramificados abaixo da inflorescência e com densos pelos glandulares hispídeos. Folhas 50-120 (-160) x 4-15 (-20) mm ou mais, lineares lanceoladas a lanceoladas, grosseiramente dentadas, com 3-nervuras e mais compridas que os entrenós. Brácteas recurvadas e todas semelhantes, tão ou mais compridas que o cálice, 10-20 x 2-5 mm, nitidamente diferentes das folhas. Flores em espiga densa, mais curta que o caule vegetativo. Cálice 7-10 mm de comprimento; dentes desiguais lanceolados, cerca de metade do comprimento do tubo. Corola geralmente branca com amarelo na fauce e tubo 17-24 mm de comprimento, curvo acima do topo dos dentes do cálice, densamente pubescente; lóbulos do lábio inferior 7-10 x 4-8 mm, obovados, lábio superior mais largo 3-7 x 2-10 mm, emarginado. *S. macrantha* não ataca plantas cultivadas, no entanto, já foi referida como parasita de *Sorghum caudatum* (Gossweiler, 1953).

Habitat. Gramíneas em savanas de pastagens naturais.

Distribuição geográfica: Angola, Cuanza Norte: *Welwitsch* 5907 (LISU!); *Gossweiler* 4545 (COL!); Luanda Norte: *Monteiro* 6143 (K). África Central e Ocidental, entre 3° 51' N e 13° 55' N . Algumas poucas localidades em Angola e Zâmbia.

3.6 Conclusões

O primeiro passo para melhorar o combate aos inimigos das culturas é conhecê-los. Uma vez que a presente dissertação foi realizada no âmbito da protecção da cultura do milho, ficou consumada a identificação das plantas do género *Striga* presentes em Angola. Assim, fica facilitada a definição de medidas de gestão para as espécies que parasitam culturas com importância económica, caso de *S. asiatica* para cultura do milho no Planalto Central e zonas adjacentes.

A taxonomia pode ser definida como a ciência de identificação e classificação de organismos, constitui a base fundamental de toda a biologia. Em Angola, os estudos de *Striga* e botânicos em geral tiveram início com a chegada do médico e botânico austríaco Friedrich Welwitsch (Ph.D), em 1853, tendo continuados até 1975. Por razões sobejamente conhecidos, até 2002 não havia condições para realização de trabalhos da mesma índole.

O conhecimento tradicional, transmitido ao longo de gerações, constitui a fonte básica de informação sobre a fauna e flora de Angola. Pois, colectores, como o próprio Welwitsch, Padres e Missionários, Gossweiler, Redinha, Carrisso, Exel, Medonça, Mendes, Brito Teixeira e outros, têm reconhecido o conhecimento que as populações locais detêm sobre as características taxonómicas, ecológicas, medicinais e económicas da flora de Angola. Todavia, este conhecimento precisa de ser documentada para estar acessível à maioria da população de Angola e do mundo.

Logo após a sua chegada a Angola, os visitantes ficavam, necessariamente, na dependência dos nativos para uma quantidade de tarefas, incluindo a preparação de terras e cultivá-las para a sua autossuficiência. Foi assim que o estabelecimento de troca de informações entre populações nativas e o homem “mágico”, cheio de conhecimentos, permitiu que as plantas de *Striga* despertassem logo a atenção dos estrangeiros porque prejudicam as culturas alimentares dos nativos e tinham que se prevenir para proteger os seus próprios campos onde se abasteciam de alimentos básicos. Isto revela que quando Welwitsch chegou à Angola as populações nativas já conheciam *Striga*, pois os primeiros espécimes são do ano de sua chegada, 1853; Loanda, Represa de Luiz Gomes: *Welwitsch 5916* (LISU!, COII!).

Na primeira década do século XXI em curso, a taxonomia tornou-se de novo uma tecnologia moderna, revolucionada pelo uso de técnicas moleculares. Na verdade, o novo entusiasmo sobre a taxonomia está sendo impulsionado em parte pelos avanços na tecnologia e precisa de uma sã percepção devido à agravante crise da biodiversidade.

Durante muito tempo o género *Striga* pertenceu em *Scrophulariaceae*; actualmente está colocado em *Orobanchaceae*, família constituída por plantas herbáceas morfológicamente muito diversificadas e predominantemente parasitas. A origem filogenética dessas plantas e a sua taxonomia tem sido frequentemente alvo de debates. Poucas características morfológicas têm sido utilizadas para fins taxonómicos e, mesmo assim, são muito variáveis. A variabilidade dentro das espécies é muito elevada o que dificulta a elaboração de chaves para a sua determinação, como apresentada no presente trabalho.

Na natureza, todas as espécies de ervas daninhas começaram por infestar membros da flora espontânea e pode ser que algumas delas tenham co-evoluído com os seus hospedeiros actuais. Este "modelo de domesticação múltipla" aplicado ao género *Striga* sugere que adicionais relações hospedeiros / espécies de *Striga* podem ser desenvolvidas quando diferentes culturas são instaladas junto ou nas proximidades de plantas de *Striga*. Um exemplo deste processo tem sido o parasitismo severo do milho. Sem história de exposição à *Striga* antes do século XVI, não é de estranhar que as fontes naturais de resistência em milho ainda não representem uma parte significativa do germoplasma de milho produzido em África.

Os nossos resultados evidenciaram que as espécies *S. strigosa* e *S. angolensis* são o mesmo táxon. *S. hirsuta* e *S. elegans* não constituem, actualmente, ameaça agronómica, mas podem transformar-se em inimigos potenciais dos mesmos hospedeiros de *S. asiatica*. O mesmo sucede com qualquer das espécies de *Striga* que, por evolução, podem adquirir a capacidade de se adaptar a novos hospedeiros (por exemplo, de pastagens ou de espécies de leguminosas espontâneas para espécies cultivadas) tornando-se num problema agronómico.

S. asiatica é a espécie mais disseminada em todo o território angolano dizimando cereais, particularmente milho. Desde os anos 60 do século passado que tem

havido referências sobre a sua ocorrência nos campos de milho. Nas últimas décadas tem-se verificado o agravamento das suas infestações, em particular nas regiões agro-ecológicas conhecidas por zona tradicional da cultura do milho, território constituído maioritariamente pelo Planalto Central de Angola. Tem causado perdas substanciais, estimadas em 25% da produção de milho, que quando comparadas com os resultados do presente trabalho (capítulos II e IV), são estimativas por defeito.

Os resultados obtidos permitiram atingir os objectivos propostos, designadamente a identificação das espécies de *Striga* assinaladas em Angola. O modelo apresentado nesta dissertação pode ser aplicado na separação de populações de espécies do género *Striga*. Todavia com o recurso a tecnologias mais complexas, como a utilização de marcadores moleculares, espera-se que a classificação taxonómica deste género possa vir a ser melhorada.

3.7 Referências Bibliográficas

- Aigbokhan, E.; Berner, D.; Musselman, L. e Mignouna, H. (2000). Evaluation of Variability in *Striga Aspera*, *Striga Hermonthica* and Their Hybrids Using Morphological Characters and Random Amplified Polymorphic DNA Markers. *Weed Research*, vol. 40, p. 375-386.
- Anonymous. (2005). Losses caused by weeds in major crops of NWFP. *Plant Physiology Section*, ARI, Tarnab, Peshawar-Pakistan.
- Bado, B.V.; Bationo, A.; Lompo, F.; Traore, K.; Sedogo, M.P e Cescas, M.P. (2012). Long term effects of crop rotations with fallow or groundnut on soil fertility and succeeding sorghum yields in the Guinea savannah of West Africa. In: *Lessons learned from long-term soil fertility management experiments in Africa*. (Bationo A; Waswa B; Kihara J; Adolwa I; Vanlauwe B; Saidou K, eds.) Springer, Dordrecht, the Netherlands, p. 27–40.
- Bharathalakshmi; Werth, C.R. e Musselman, L.J. (1990). A study of genetic diversity among host-specific populations of the witchweed *Striga hermonthica* (*Scrophulariaceae*) in Africa. *Plant Systematics and Evolution*, p.172: 1-12.
- Botanga, C.J. e Timko, M.P. (2006). Phenetic relationships among different races of *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke from West Africa. *Genome*, vol. 49, p. 1351 – 1365.
- Dalley, C.D.; Bernards, M.L. e Kells, J.J. (2006). Effect of weed removal timing and spacing on soil moisture in corn (*Zea mays*). *Weed Tech.*, vol. 20, p. 399-409.
- de Groote, H.; Wangare, L.; Kanampiu, F.; Odendo, M.; Diallo, A.; Karaya, H. e Friesen, D. (2008). The potential of a herbicide resistant maize technology for *Striga* control in Africa. *Agricultural Systems*, vol. 97, p. 83–94.
- Development Core Team (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. <http://www.R-project.org/>.
- Dias, J. C. S. (1973). Programa de fertilizantes para Angola. Alguns elementos para a sua produção, vulgarização e uso. *Série Técnica*, 35. Instituto de Investigação Agronómica de Angola. Nova Lisboa.
- Dias, J. C. Soveral; Moreira, T.; Costa, A.V.; Ucuassapi, A.P. (2006). Acerca da fertilidade dos solos de Angola II. Elementos sobre a fertilidade de importantes agrupamentos de solos das Províncias do Bengo, Cuanza Sul, Benguela, Huambo, Bié, Moxico, Huila e Cunene. In: Moreira I. (org.) *Angola. Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural*, Lisboa, vol. 1, p. 497-515.
- Diniz, A. C. (1973). *Características Mesológicas de Angola*. Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola (MIAA), Nova Lisboa, p. 482.
- Diniz, A.C. (1998). *Angola. O Meio Físico e Potencialidades agrárias*. Instituto para a Cooperação Económica, 2ª ed., Lisboa, p. 189.
- Dolezal, H. (1974). *Friedrich Welwitsch. Vida e Obra*. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa, p. 249.
- Dovala, A. Chicapa (2005). *Striga* na cultura do milho em Angola. Controlo com adubações azotadas e consociação com *Desmodium intortum* e *D. uncinatum*. *Dissertação de Mestrado em Agronomia e Recursos Naturais*. Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Agostinho Neto e Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa. Huambo, Angola, p. 109.

- Dovala, A. Chicapa; Monteiro, A.; Moreira, I. e Tomás, A.A. (2006). *Striga* na cultura de milho em Angola. Controlo com adubações azotadas e consociação com *Desmodium* spp. In Moreira, I. *Angola. Agricultura. Recursos Naturais. Desenvolvimento Rural*, vol. 2, p. 141-160.
- Dovala, A. Chicapa e Monteiro A. (2013) - Controlo químico de *Striga asiatica* por recurso a sementes revestidas de milhos resistentes ao imazapir. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 36, n. 4, p. 466-474.
- Dovala, A. Chicapa e Monteiro A. (2014a) - Gestão de *Striga asiatica* em milho no Planalto Central de Angola - consociação com plantas-armadilha leguminosas e gramíneas. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 37, n. 1, p. 80-88.
- Dovala, A. Chicapa e Monteiro A. (2014b) - Influência do azoto amoniacal na emergência de *Striga asiatica* em milho (Planalto Central de Angola). *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 37, n. 1, p. 89-99.
- Dugje, I.Y.; Kamara, A.Y.; Omoigui, L.O. (2006). Infestation of crop fields by *Striga* species in the savanna zones of northeast Nigeria. *Agriculture, Ecosystems e Environment*, vol. 116, p. 251–254.
- Ejeta, G. (2007). The *Striga* scourge in Africa: a growing pandemic. In *Integrating New Technologies for Striga Control: Towards Ending the Witch-hunt* (Ejeta, G. e Gressel, J., eds). World Scientific Publishing Co Pte Ltd., p. 3–16.
- Estep, M.C. (2010). *Studies of the evolution of parasitic plants in the genus Striga , using systematic, population genetics, and genomic approaches*. PhD. Thesis, p. 117.
- Estep, M.C.; Gowda, B.S.; Huang, K.; Timko, M.P. e Bennetzen, J.L. (2012). Genomic characterization for parasitic weeds of the genus *Striga* by sample sequence analysis. *Plant Genome*, vol. 5, p. 30-41.
- Figueiredo, E. e Smith, G.F. (2008). *Plants of Angola/Plantas de Angola*. *Strelitzia* 22. South African National Biodiversity Institute. Pretoria, p. 280.
- Fischer, E.; Lobin, W. e Mutke, J. (2011a). *Striga barthlottii* (Orobanchaceae), a new parasitic species from Morocco. *Willdenowia*, vol.. 41, p. 51-56.
- Fischer, E.; Darbyshire, I. e Cheek, M. (2011b). *Striga magnibracteata* (Orobanchaceae) a new species from Guiné and Mali. *Kew Bulletin*, vol. 66, p. 441–445.
- Gevezova, M.; Dekalska, T. Stoyanov, K.; Hristeva, T.; Kostov, K.; Batchvarova, R. e Denev, I. (2012). Recent advances in Broomrapes research. *J. BioSci. Biotech.*, vo. 1, p. 91-105.
- Good, R.D. (1930). Gossweiler's Portuguese West African Plants. Dicotyledones: Gamopetale. *Journal of Botany*. (Supplement II), vol. 68, p. 120-121.
- Gossweiler, J. (1953). Nomes indígenas das plantas de Angola. *Agronomia Angolana* vol. 7, nº. 1, p. 587.
- Hamayun, M. (2003). Effect of spacing and weed free periods on the productivity of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Weed Sci. Res.*, vol. 9, n. 3-4, p. 179-184.
- Henderson, W. H. (2001). A Igreja em Angola. Um rio com várias correntes. Ed. 2, p. 494.
- Henriques, I.C.F. (2008). *Gestão de infestantes de culturas agrícolas em Angola. Casos de estudo - milho e batata na Província do Huambo*. Dissertação de doutoramento em Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, p. 224.

- Henriques, I.; Moreira, I.; Monteiro, A.; Basto, M.F.P. e Duarte, M.C. 2010. *Infestantes de culturas agrícolas do Planalto Central (Angola)*. Série Didáctica Herbologia 4 (Moreira I e Monteiro A, Coords.). ISA Press, Lisboa, p. 116.
- Hepper, F. N. (1963). *Striga* Lour. (Scrophulariaceae). In Hutchinson, LL. D. e Dalziel, M. D. Flora of West Tropical Africa. Ed. 2: 370-373.
- Hepper, F. N. (1990). *Striga* Lour. (Scrophulariaceae). In Launert. E. e Pope G. V. *Flora Zambesiaca*. London, vol. 8, n. 2, p. 127-135.
- Hiern, W.P. (1898). *Striga* Lour.; Benth. e Hook. f. Gen. Pl. ii. 968. (Scrophulariaceae). *Catalogue of the African plants collected by Dr. Friedrich Welwitsch in 1853-61*. British Museum (Natural History), London, vol. 1, n. 3, p. 755-781.
- Kigawa, R.; Nochide, H.; Kimura, H. e Miura, S. (2003). Effects of Various Fumigants, Thermal Methods and Corbon Dioxide Treatment on DNA Extraction and Amplification: A Case Study on Freeze-Dried Mushroom and Freeze-Dried Muscle Specimens. *Collection Forum*, vol. 18, n. 1-2, p. 74-89.
- Maass, E.; Mohamed, K. e Musselman, L. (2012). *Striga gesnerioides* and *Striga asiatica* in Namibia. *Haustorium*, vol. 61, p. 2-3.
- Mohamed, K.I. (1994). *Biosystematics and diversification in the genus Striga Lour. (Scrophulariaceae) in Africa*. Ph.D. dissertation, Old Dominion University, USA.
- Mohamed, K.I. e Musselman, L. (1997). *Striga angolensis* (Scrophulariaceae), a new witchweed from Angola. *Brittonia*, vol. 49, n. 1, p. 118-121.
- Mohamed, K.I.; Musselman, L.J. e Riches, C.R. (2001). The Genus *Striga* (Scrophulariaceae) in Africa. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, vol. 88, p. 60-103.
- Mohamed, K.; Bolin, J.; Musselman, L. e Peterson, A. (2007). Genetic Diversity of *Striga* and Implications for Control and Modeling Future Distributions. In: G. Ejeta J. Gressel eds. *Integrating New Technologies for Striga Control: Towards Ending the Witch-hunt* (Ejeta, G. e Gressel, J., eds). World Scientific Publishing Co Pte Ltd., p. 3-16.
- Mohamed, K.I.; Musselman, L.J.; Aigbokhan, E.I. e Berner D.K. (1996). Evolution and taxonomy of agriculturally important *Striga* species. In M. T. Moreno, et al. [eds.], *Advances in Parasitic Plant Research*, p. 53-73.
- Musselman, L. J (1987) *Parasitic Weeds in Agriculture*, vol. 1. *Striga*. CRC Press, FL. USA.
- Musselman, L. J.; Nickrent, D. L., Mansfield, R. A. e Ogborn, J. E. A. (1979). Field notes on Nigerian *Striga* (Scrophulariaceae). *Sida*, vol. 8 p. 196-201.
- Nickrent, D. L. (2008). *Parasitic Plants*. In *McGraw-Hill Yearbook of Science e Technology*, p. 251-253.
- Nickrent, D.L. e Musselman, L.J. (1979). Autogamy in the American strain of witchweed, *Striga asiatica* (Scrophulariaceae). *Brittonia*, vol. 31, p. 253-256.
- Oswald A. e Ransom, J.K. (2004). Response of maize varieties to *Striga* infestation. *Crop Protection*, vol. 23, p. 89-94.
- Otsuka, K. e Kalirajan, K.P. (2006). Rice green revolution in Asia and its transferability to Africa: An introduction. *The Developing Economies*, p. 44, p. 107-222.
- Parker, C. (2009) Observations on the current status of Orobanche and *Striga* problems worldwide. *Pest Manag. Sci.* vol. 65, p. 453-459.
- Parker, C. (2012). Parasitic Weeds: A World Challenge. *Weed Science*, vol. 60, p. 269-276.

- Parker, C. e Riches C.R. (1993). *Parasitic Weeds of the World. Biology and Control*. Wallingford, UK: CAB International, p. 332.
- Patil, V. L. e Angadi, S. S. (2008). Effect of management practices on *Striga* incidence, quality, yield and economics of sorghum. *Plant Arch.*, vol. 8, p. 185–188.
- Ransom, J.; Kanampiu, F.; Gressel, J.; De Groote, H.; Burnet, M. e Odhiambo, G. (2012). Herbicide Applied to Imidazolinone Resistant-Maize Seed as a *Striga* Control Option for Small-Scale African Farmers. *Weed Science*, vol. 60, p. 283 – 289.
- Raposo, J.A. e Franco, E.P.C. (1999) Os solos de Angola. Distribuição, representatividade e características dos agrupamentos principais de solos definidos segundo a legenda da carta p. de solos do mundo (FAO/UNESCO). *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 22, v. 4, p. 39-49.
- Scholes, J.D. e Press, M.C. (2008) *Striga* infestation of cereal crops -an unsolved problem in resource limited agriculture. *Curr. Opin. Plant Biol.*, vol. 11, p. 180 – 186.
- Serafim, F. e Russo, A.J. (1989). *Avaliação dos Recursos de investigação agrária nos países da SADCC*. Relatório de Angola. Gaborone, Botswana, vol. 2.
- Teixeira, J. Brito. 1965 Flora Infestante das Culturas de Angola I – Do milho (Planalto Central). *VI Jornadas Silvo- Agronómicas*. Nova Lisboa, p.15.
- Teixeira, J. Brito. , J. (1966). *Lista das plantas e da Flora Infestante das Culturas de Angola*.
- Timko, M.P. e Singh, B B. (2008). Cowpea, a multifunctional legume. 227–258 in P. H. Moore and R. Ming, eds. *Genomics of Tropical Crop Plants*. New York: Springer Science + Business Media.
- Timko, M. P.; Huang, K. e Lis, K. E. (2012). Host Resistance and Parasite Virulence in *Striga* –Host Plant Interactions: A Shifting Balance of Power. *Weed Science*, vol. 60, p. 307–315.
- Tonessia, C.; Wade, M.; Cissé, N. e Severin, A. (2009). Characterization of *Striga gesnerioides* from Senegal: reaction of various cowpeas [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] to *Striga gesnerioides* strains from Senegal. *J. Applied Biosci.*, vol. 24, p. 1462 –1476.
- TROPICOS (2012). Tropicos Home - Missouri Botanical Garden. Disponível em: <<http://www.tropicos.org/>>. Acesso em 8 outub. 2012.
- Usman, A.; Elemo, K.A.; Bala, A. Bala e Umar, A. (2001). Effect of weed interference and nitrogen on yields of a maize/rice intercrop. *Intl. J. Pest Manag.*, vol. 47, n. 4, p. 241-246.
- Warburg, O. (1903). *Kunene-Zambesi-Expedition*. Kolonial-Wirtschaftliches Komitee, Berlin.
- Westwood, J. H.; de Pamphilis, C. W.; Das, M.; Fernandez-Aparicio, M.; Honaas, L. A.; Timko, M. P.; Wafula, E. K.; Wickett, N. J. e Yoder, J. I. (2012). The Parasitic Plant Genome Project: New Tools for Understanding the Biology of *Orobanche* and *Striga* . *Weed Science*, vol. 60, p. 295 – 306.
- Zanatta, J.A.; Bayer, C.; Dieckow, J.; Vieira, F.C.B. e Mielniczuk, J. (2007). Soil organic carbon accumulation and carbon costs related to tillage, cropping systems and nitrogen fertilization in a subtropical Acrisol. *Soil Till. Res.*, vol. 94, vol. 5, p.10-519.

CAPÍTULO IV

4 GESTÃO DE *STRIGA ASIATICA* EM ANGOLA

4.1 Controlo químico de *Striga asiatica* por recurso a sementes revestidas de milhos resistentes ao imazapir

Revista de Ciências Agrárias, 2013, 36(4): 466-474

Controlo químico de *Striga asiatica* por recurso a sementes revestidas de milhos resistentes ao imazapir

Striga asiatica chemical control by seed coating imazapyr resistant maize hybrids

António Chicapa Dovala¹ e Ana Monteiro²

¹ Instituto de Investigação Agronómica, Caixa Postal 406, Chianga, Huambo, Angola E-mail: achicapa@hotmail.com

² Centro de Botânica Aplicada à Agricultura, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal E-mail: anamonteiro@isa.ulisboa.pt, author for correspondence

Recebido/Received: 2013.08.05

Aceitação/Accepted: 2013.09.20

RESUMO

A planta parasita *Striga asiatica*, conhecida por pequeno-feiticeiro, constitui um dos maiores problemas no rendimento e produção do milho, em Angola. A elevada persistência das sementes de *S. asiatica* no solo implica a utilização de estratégias de gestão que afetem quer a emergência quer a viabilidade do parasitismo. Este estudo teve por objetivos controlar a planta-parasita em campos infestados por recurso a milho de polinização livre e resistente ao imazapir (IR) cujas cariopses foram revestidas com 30 g ha⁻¹ do herbicida. Em 2009/10 e 2010/2011, foram instalados três ensaios, no Planalto Central de Angola, com variedades de milho IR e variedades autóctones, utilizando sementes com revestimento por herbicida (H30) e sem revestimento de herbicida (H0), sendo avaliados a emergência e o crescimento de *S. asiatica* e produtividade do milho. Comparativamente à testemunha, o revestimento das cariopses com imazapir evidenciou um controlo total da parasita. Observaram-se efeitos significativos ($P < 0,05$) na emergência de *S. asiatica* nos dois ensaios. Os resultados evidenciaram que o revestimento das cariopses por imazapir inibe ($P < 0,001$) a emergência da parasita para zero plantas por m⁻², 12 semanas após a sementeira. Para além disso, observou-se que a utilização da imidazolinona inibiu a emergência de *Striga* sem prejuízo na produtividade do milho não resistente. O rendimento do milho, em média, duplicou. Todavia, a produção do milho variou significativamente com a variedade, mesmo na ausência da planta-parasita. As variedades de polinização livre de milho IR ZM521, ZM523 e ZM625, devido ao incremento na produtividade e às possibilidades de controlo da planta-parasita, poderão ser consideradas para introdução na região.

Palavras-chave: infestantes, parasitas, gestão, imidazolinona, ALS

ABSTRACT

The parasitic weed species *Striga asiatica*, also known as witch weed, is one of the major constraints in maize production, in Angola. Since *S. asiatica* seed banks are long-lived, control strategies that affect the seeds emergence and parasitism are necessary. In this study *S. asiatica* control was carried out, in infested fields, with a new technology using seed coating herbicide resistant (IR/OPV) with imazapyr at 30 g ha⁻¹. In 2009/10 and 2010/2011 seasons autochthones (non-IR) and IR maize varieties were sowed, to assess spill-over effects on *Striga* emergence, maize growth and production. Compared to control (non-IR) the herbicide showed a total control of the parasitic weed with an increase of about twofold in maize production. Nevertheless maize production varied significantly with the tested variety even in the absence of the parasitic weed. There were significant ($P < 0.05$) effects on *Striga* emergence on both year trials. Results showed that imazapyr seed dressing suppressed ($P < 0.001$) *Striga* emergence to 0.0 plant m⁻², compared to about 5 plants m⁻² in untreated plots at 12 weeks after sowing. The results therefore suggest that the use of ALS inhibiting herbicides can suppress *Striga* emergence with an increase in maize productivity. Due to its high yielding potential the IR maize hybrids ZM521, ZM523 e ZM625 could be considered for introduction in the region.

Key words: parasitic weed, management sulfonylurea, ALS

Introdução

Striga asiatica (L.) Kuntze, ou pequeno-feiticeiro, é uma planta parasita que ataca milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), e “massango” (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). Os prejuízos causados pela parasita no rendimento do milho podem variar entre 15 e 100%. (Ransom *et al.*, 2012). As perdas dependem do grau de infestação por *Striga*, da fertilidade do solo, das condições climáticas, e do genótipo do milho (Oswald e Ransom, 2004). Segundo Ejeta (2007) os danos causados anualmente pelo género *Striga* na região subsaariana de África estão estimados em 1 bilião de dólares americanos, afetando a vida de mais de 100 milhões de pessoas. As infestações de *S. asiatica* nalgumas regiões de Angola são tão severas que conduzem ao abandono das terras pelos pequenos agricultores. Os pequenos agricultores sofrem mais com as infestações de *Striga* porque não têm recursos para obter *inputs* nem área suficiente para implementar rotações culturais. Chikoye *et al.* (2007) referem que o controlo efetivo da parasita é muito difícil porque i) a parasita produz milhões de pequenas sementes que podem permanecer viáveis no solo por mais de 20 anos; ii) liga-se completamente ao floema e xilema radicular do hospedeiro dependendo dele em água e nutrientes; iii) cerca dos 75% dos prejuízos causados ao hospedeiro ocorrem antes da emergência da parasita e, iv) emerge, em geral, depois do agricultor já ter efetuado a monda manual, que é mais onerosa que a aplicação de herbicidas. São várias as opções de controlo disponíveis, designadamente, a rotação cultural com culturas “armadilha” que conduzem a germinações “suicidas” da planta-parasita, aplicações de fertilizantes e de matéria orgânica com o objetivo de aumentar a fertilidade do solo, em particular o teor de azoto, a fumigação com etileno, remoção manual dos rebentos aéreos de *Striga*, e aplicação de herbicidas de pós-emergência (Menkir & Kling, 2007). Todavia, constata-se na situação angolana que apesar da redução do banco de sementes no solo e da implementação de medidas limitativas da dispersão dos propágulos da planta-parasita, o controlo não é efetivo porque a maior parte dos pequenos agricultores, em geral, efetuam a monda manual em milho muitas vezes após a produção de sementes pelas plantas de *Striga* (Henriques, 2008). De acordo com Henriques (2008), o período crítico de infestação em milho, no Planalto Central de Angola, varia com o local e época de sementeira, mas a cultura deve estar limpa de infestantes entre a 2 e 6 semanas após a emergência do milho. Segundo diversos investigadores (Gurney *et al.*, 2003 Cook *et al.*, 2005; Musambasi *et al.*, 2005), a utilização de culturas “armadilha” na rotação, designadamente as fabáceas ervilha-do-Congo ou

de Angola (*Cajanus cajan* (L.) Mill.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merr.], algumas variedades de feijão-frade ou macunde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), “vielo” (*Vigna subterranea* L.), feijão-mucuna (*Mucuna pruriens* Bak.), feijão-lablab (*Lablab niger* Medik.), *Desmondium uncinatum* (Jacq.) DC. e *D. intortum* (Mill.) Urb. e a gramínea capim-guatemala (*Tripsacum laxum* Nash), também depende do uso de espécies que, simultaneamente, estimulem a germinação suicida de sementes de *Striga* e que se adaptem ao sistema cultural do agricultor, o que não se verifica em muitas situações. Para além da aplicação de herbicidas, que é raramente utilizada em Angola pelos pequenos agricultores, novas tecnologias como a conjugação de variedades de milho resistente ao imazapir (IR) e a aplicação de imazapir na cultura ou a utilização de sementes revestidas com pequenas quantidades do herbicida oferecem a possibilidade de controlar a planta-parasita (Kanampiu *et al.*, 2006; De-Groote *et al.*, 2007). As sementes de milho resistente são revestidas com o herbicida, por empresas credenciadas, e, quando as plântulas de milho emergem, a *Striga* fixa-se às raízes do milho absorvendo o herbicida que as mata. De acordo com Ransom *et al.* (2012), esta tecnologia aumenta o rendimento do milho até quatro vezes o rendimento médio obtido em talhões infestados com *Striga*, reduz o banco de sementes no solo e consequentemente o número de plantas de *Striga* nos anos seguintes, com inerente diminuição dos custos de controlo e, é compatível com os sistemas culturais tradicionais.

O herbicida imazapir é uma imidazolinona residual e persistente no solo, relativamente solúvel na solução do solo e degradada lentamente (McDowell *et al.*, 1997; El Azzouzi *et al.*, 1998). A persistência do herbicida implica que podem surgir efeitos dos resíduos biologicamente activos no solo em culturas subsequentes suscetíveis, designadamente milho não resistente. Contudo, Ransom *et al.* (2012) referem que nas condições tropicais da África subsaariana não foram observados sintomas de toxicidade residual mas, dada a elevada mobilidade do imazapir no solo, há possibilidade do herbicida ser lixiviado em caso de precipitação elevada e, indiretamente, ter efeitos adversos no ambiente. As doses baixas de herbicida, 30 g ha⁻¹, aplicadas no revestimento das sementes do milho, em princípio, não apresentam os riscos de toxicidade referidos anteriormente (Abayo *et al.*, 1998)

O melhoramento de híbridos adaptados ou variedades de polinização livre (OPV) de milho com resistência a herbicidas que inibem a enzima acetolactato sintase (ALS), como por exemplo o imazapir (IR) adaptadas às regiões tropicais, colocou à disposição dos agricultores uma tecnologia promissora para o controlo de *Striga* (Ransom *et al.*, 2012). Diversos países africanos, através do Instituto Internacional da Agricultura Tropical (IITA) e do Centro Internacional do Melhoramento do Milho e Trigo (CIMMYT) têm conduzido experimentação local com o objetivo de validar esta tecnologia (De-Groot *et al.*, 2007; 2008). O CIMMYT em colaboração com o Instituto de Investigação Agronómica do Ministério de Agricultura de Angola, no âmbito do programa ANGO-LA-IR-OPV Trial, disponibilizou sementes de diversas variedades de milho OPV e de Linhas/Acessões resistentes ao herbicida imazapir com finalidade de serem estudadas no Planalto Central. Nestes pressupostos, os objectivos deste estudo consistiram na (1) avaliação da produtividade de milhos IR-OPV resistentes ao imazapir de sementes com e sem revestimento por 30 g ha⁻¹ do herbicida; e (2) na avaliação da eficácia do revestimento das sementes do milho no controlo químico da parasita *Striga asiatica*, comparativamente a milhos OPVs locais, em diferentes anos e locais do Planalto Central de Angola.

Materiais e Métodos

Os ensaios foram desenvolvidos em 2009/2010 e 2010/2011 em Angola, na provincia do Huambo, em campos de pequenos agricultores infestados por *Striga asiatica*. O ensaio de 2009/2010 decorreu na localidade da Chianga e os de 2010/2011 foram instalados nas localidades da Chianga e do Luvili. Os solos das duas localidades estão classificados como fracamente ferralíticos, arenosos, pH (H₂O) 5,2 (Laboratório de Solos do IIA e Laboratório de Análise de Solos da Universidade de Hawaii - EUA, comunicação pessoal). O clima da região é tropical, com uma temperatura média anual de 19°C e temperaturas mínimas muito acentuadas, nos meses de cacimbo (Maio a Agosto), com céu limpo, elevada evapotranspiração potencial e reduzido grau higrométrico do ar durante o dia. A humidade relativa média anual é inferior a 80%. A distribuição da precipitação é bimodal, com uma precipitação média anual de 1400 mm em todo o Planalto Central e está concentrada no período de Outubro a Abril, com intercalação dum curto período seco, chamado pequeno cacimbo (Diniz, 2006). Frequentemente, as quedas pluviométricas ocorrem com extrema violência, provocando fenómenos erosivos bastante graves em todos os solos

Quadro 1 – Variedades de milho resistentes ao imazapir (código 1 a 17) e autóctones (código 18 e 19) ensaiadas em 2010/2011, na Chianga e no Luvili, Planalto Central, Angola.

VARIETADE de MILHO ENSAIADA	Código
CML445-IR/CML78-IR//CML312-IR	1
CML373-IR/CML254-IR//CML312-IR	2
CML373-IR/CML444-IR//CML312-IR	3
CML390-IR/CML395-IR//CML312-IR	4
CML312-IR(BC3)F1-B-13-1-B/CML390-IR(BC3)F1-B-127-3-B//CML373-IR	5
CML390-IR/CML444-IR//CML312-IR	6
CML373-IR/CML384-IR//CML395-IR	7
CML444-IR(BC3)F1-B-23-2-B/CML395-IR(BC3)F1-B-143-3-B//CML312-IR	8
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR(BC3)F1-B-13-3-B	9
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR	10
CML390-IR/CML373-IR//CML445-IR	11
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR(BC3)F1-B-47-4-B	12
CML390-IR/CML444-IR//CML395-IR	13
CML312-IR/CML444-IR//CML395-IR	14
STRIGOFF-216-IR	15
STRIGOFF-129-IR	16
STRIGOFF-128-IR	17
SC635 S/IR	18
LOCAL CHECK (BRANCO REDONDO) S/IR	19

desnudos, em especial nos ocupados com culturas que obrigam à tomada de medidas de defesa contra a erosão. O verdadeiro período seco vai de Maio a Setembro. O ensaio de 2009/2010 consistiu no estudo de cinco cultivares de milho de polinização livre (OPV) resistentes ao imazapir (IR) - ZM421, ZM521, ZM423, ZM523, ZM625 -, de sementes sem (H0) e com (H30) revestimento por 30 g ha⁻¹ de imazapir (H30). O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados, com quatro repetições. Os dois fatores foram instalados em paralelo respeitando as normas quanto ao posicionamento/direccionando em relação ao gradiente de fertilidade e declive. Cada parcela constava de três linhas de 5m de comprimento, e um compasso de 0,75 x 0,25 m (área da parcela = 11, 25 m²), duas sementes por covacho, perfazendo uma população de 42 plantas por linha, o que corresponde a 112 000 plantas de milho por hectare. Os blocos e as parcelas estavam separados entre si por intervalos de 1,5 m. A sementeira foi realizada aos 23 de Outubro de 2009 e a colheita a 5 de Abril de 2010.

O ensaio de 2010/2011, consistiu no estudo, em dois locais, com 19 cultivares de milho de polinização livre (OPV) (Quadro 1), das quais 14 são resistentes ao imazapir (IR), três são resistentes ao imazapir e à *Striga* (STRIGOFF) e duas são cultivares autotones não resistentes (S/IR), em duas modalidades, sementes sem (H0) e com (H30) revestimento com 30 g ha⁻¹ de imazapir. O delineamento experimental, em cada local, consistiu num esquema de blocos incompletos (Alpha Lattice), com duas repetições. Cada parcela constava de quatro linhas de 5m de comprimento, e um compasso de 0,75 x 0,25 m (área da parcela = 15 m²), duas sementes por covacho, perfazendo uma população de 42 plantas por linha, o que corresponde a 112 000 plantas de milho por hectare. Os blocos e as parcelas estavam separados entre si por intervalos de 1,5m. A sementeira foi realizada aos 19 de Novembro de 2010 e a colheita em Abril de 2011. Em ambos os ensaios foi feita uma adubação de fundo em todas as parcelas na dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de KO₂. A primeira adubação de cobertura foi feita 30 dias após sementeira e a segunda 15 dias depois, ambas com a aplicação de 30 kg de N de sulfato de amónio a 21%. No ensaio de 2009/2010, nas 3 linhas de cada parcela, e no de 2010/2011, nas duas linhas centrais de cada parcela, procedeu-se à contagem do número de plantas de *S. asiatica* por metro quadrado 12 semanas após a emergência do milho e da produção do milho, após colheita.

Análise de dados

Os dados foram sujeitos à análise de variância (ANOVA) para um nível de significância de 5%, de acordo com os procedimentos da GML, recorrendo ao programa estatístico SAS® (SAS Institute, Cary, NC, E.U.A.). As diferenças significativas entre médias foram analisadas pelo teste da mínima diferença significativa (LSD) para um nível de probabilidade de 5% pelo programa Statistix9. No ensaio realizado em dois locais, em 2010/2011, uma análise preliminar da variância dos dados combinados revelou interação entre local-variedade, daí que os resultados relativos à emergência da parasita e à produção do milho sejam apresentados por local. A regressão linear foi usada para comparar a correlação entre a incidência de *S. asiatica* e a produção do milho, pelo programa Statistix9.

Resultados e discussão

Emergência de *Striga asiatica*

O revestimento de sementes, com 30 g ha⁻¹ de imazapir (H30), de variedades de milhos de polinização livre (OPV) resistentes à imidazolinona (IR), controlou a emergência da planta parasita em todos os ensaios efectuados, isto é, não foram observadas emergências da parasita nas variedades de milho resistente, designadamente nas cinco variedades ZMi (Quadro 2), nas 14 variedades CMLi e nas três variedades STRIGOFF-IR (Quadros 3 e 4), tratadas com esta dose de herbicida. No ensaio de 2009/2010, nas variedades ZMi sem revestimento de herbicida (H0-testemunha) o número médio de plantas de *Striga asiatica* variou significativamente com a variedade, entre 3,1 e 6,3 plantas m⁻², no ensaio efectuado em 2009/2010 (Quadro 2), o que pode indiciar um grau de parasitismo diferente segundo a variedade, o que foi também observado por Oswald e Ransom (2004). Todavia, no segundo ensaio, no conjunto das 19 OPV de milho estudadas, quer milho-IR quer milhos autótones, não se verificaram diferenças significativas na emergência da parasita por local (Quadro 3). Os valores médios de infestação registados foram 7,7 e 10 plantas por m², na Chianga e Luvili, respetivamente. Poderá ainda inferir-se, dada a total ausência de emergências de *S. asiatica* na presença de imazapir, que a sensibilidade das plântulas desta parasita parece ser mais elevada do que a observada em *S. hermonthica*, apesar desta planta-parasita também ter tido um controlo efetivo só que não total (Kanampiu *et al.*, 2006; Illa *et al.*, 2010; Chikoye *et al.*, 2007).

Quadro 2 – Efeito do revestimento das sementes com imazapir no controlo de *Striga asiatica* e no rendimento de variedades de milho OPV resistentes ao herbicida, na Chianga, em 2009/2010.

Variedade (IR/OPV)	<i>Striga asiatica</i> (nº plantas por m ²)		Rendimento do milho (kg ha ⁻¹)	
	Testemunha (H0)	Imazapir 30 g ha ⁻¹	Testemunha (H0)	Imazapir 30 g ha ⁻¹
ZM421	6,3 (1,03) a	0	1267 (128,3) eB	1689 (109,7) eA
ZM423	4,4 (0,62) b	0	1867 (141,2) dB	2244 (100,7) dA
ZM521	5,9 (0,89) a	0	2044 (168,7) cB	2622 (146,7) cA
ZM523	3,8 (0,80) bc	0	2578 (174,6) bB	3200 (147,8) bA
ZM625	3,1 (0,45) c	0	3044 (181,2) aB	3511 (105,6) aA

Por coluna, letras minúsculas, e por linha, letras maiúsculas, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste da LSD. OPV – variedades de polinização livre.

Rendimento do milho IR

Na produção do milho verificou-se, em geral, nos dois ensaios um incremento significativo com a utilização das sementes revestidas por imazapir.

No ensaio de 2009/2010, não se observaram diferenças significativas entre variedades x herbicida mas verificaram-se diferenças significativas entre variedades, quer na ausência quer com as sementes revestidas por imazapir (Quadro 2). Constatou-se que as variedades ZM523 e ZM625 apresentaram produções de milho superiores a 2500 kg ha⁻¹ nas modalidades com e sem herbicida. Todavia, o aumento significativo da produtividade do milho com o controlo da parasita foi observado em todas as variedades em estudo. Resultados que evidenciam o efeito depressivo que a planta parasita tem na produtividade da cultura.

No ensaio de 2010/2011, como se referiu atrás, observaram-se interações entre a variedade x local e variedade x herbicida, por isso a análise dos resultados foi feita por variável. Em geral, as cultivares de milho resistentes ao imazapir, na presença da parasita apresentaram produtividades baixas e semelhantes às das duas cultivares autóctones - valores médios de produção de 900 kg ha⁻¹ - (Figuras 1 e 2). Sem herbicida, a variedade mais produtiva na modalidade testemunha, quer na Chianga quer no Luvili, foi a STRIGOFF-128 (code 17) com um rendimento cerca de 1200 kg ha⁻¹ nos dois locais, valor significativamente superior ao das outras cultivares. As diferenças observadas entre cultivares sem revestimento herbicida da semente (testemunha) não são explicadas pela densidade da parasita, poderão eventualmente ser atribuídas a outros fatores tais como baixo potencial produtivo nas condições edafoclimáticas do Planalto Central. Todavia, o rendimento das variedades de milho OPV resistentes ao imazapir aumentou significativamente com a utilização de sementes revestidas por herbicida ($P<0,0001$)

em todas as variedades estudadas com exceção da variedade STRIGOFF-129, code 16, no Luvili (Figura 1 e 2). Contudo, nos dois locais, as variedades mais produtivas com aplicação de herbicida foram: código 1 (CML445-IR/CML78-IR//CML312-I), 8 (CML444-IR(BC3)F1-B-23-2-B/CML395-IR(BC3)F1-B-143-3-B//CML312-IR), 10 (CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR)e 13 (CML390-IR/CML444-IR//CML395-IR), que duplicaram a produção com o tratamento com herbicida e consequente controlo da planta parasita. Constata-se todavia que as produções destas variedades foram inferiores às das ZMi que apresentaram valores de produção semelhantes nas modalidades sem herbicida.

Correlação entre emergência de *Striga asiatica* – produção do milho

A correlação altamente significativa ($P<0,001$) entre as emergências totais de *Striga asiatica* e o rendimento do milho nos dois ensaios, ilustrada nas Figuras 3, 4a e 4b, mostrou que o efeito depressivo na produção se deve à presença da parasita mesmo para densidades baixas.

Todavia, a introdução de milhos IR no Planalto Central de Angola pode trazer alguns desafios. Se por um lado a redução da dose de herbicida, conseguida com o revestimento das sementes (por oposição à aplicação do herbicida ao solo) é mais favorável para o ambiente, não exclui o elevado risco de ocorrência de resistência associado aos herbicidas inibidores da ALS, como o imazapir. Esta questão tem um âmbito mais vasto que se prende com o enquadramento desta nova tecnologia em programas de controlo integrado (IWM) de plantas parasitas na cultura do milho, incluindo medidas que podem ser tomadas para prevenir a ocorrência de populações R de *Striga asiatica* (Gressel, 2009; 2011; Ransom *et al.*, 2012).

Quadro 3 – Efeito do revestimento das sementes de milho OPV resistente ao imazapir (30 g ha-1) no controle de *Striga asiatica* em 2010/2011.

VARIEDADE de MILHO	Code	<i>Striga asiatica</i> (nº de plantas por m ²)					
		Chianga			Luvili		
		Testemunha	Imazapir	sig.	Testemunha	Imazapir	sig.
CML445-IR/CML78-IR//CML312-IR	1	7(1)	0	***	9(0)	0	***
CML373-IR/CML254-IR//CML312-IR	2	7.5(4,5)	0	***	8.5(0,5)	0	***
CML373-IR/CML444-IR//CML-312-IR	3	6.5(1,5)	0	***	10.5(2,5)	0	***
CML390-IR/CML395-IR//CML312-IR	4	6(2)	0	***	10(0)	0	***
CML312-IR(BC3)F1-B-13-1-B/CML390-IR(BC3)F1-B-127-3-B/CML373-IR	5	8.5(1,5)	0	***	10.5(3,5)	0	***
CML390-IR/CML444-IR//CML312-IR	6	11,0(0)	0	***	7.5(0,5)	0	***
CML373-IR/CML384-IR//CML395-IR	7	8.5(0,5)	0	***	10(2,0)	0	***
CML444-IR(BC3)F1-B-23-2-B/CML395-IR(BC3)F1-B-143-3-B/CML312-IR	8	11.5(1,5)	0	***	12(0)	0	***
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR(BC3)F1-B-13-3-B	9	5.5(0,5)	0	***	10(1,0)	0	***
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR	10	6.5(0,5)	0	***	10(0)	0	***
CML390-IR/CML373-IR//CML445-IR	11	9.5(1,5)	0	***	11(2,0)	0	***
CML444-IR/CML395-IR//CML312-IR(BC3)F1-B-47-4-B	12	10(1,0)	0	***	13.5(0,5)	0	***
CML390-IR/CML444-IR//CML395-IR	13	6(1,0)	0	***	11(2,0)	0	***
CML312-IR/CML444-IR//CML395-IR	14	6(4,0)	0	***	9(2,0)	0	***
STRIGOFF-216-IR	15	8(1,1)	0	***	8.5(2,5)	0	***
STRIGOFF-129-IR	16	7(2,0)	0	***	10.5(1,5)	0	***
STRIGOFF-128-IR	17	6.5(0,5)	0	***	9(1,0)	0	***
SC635 S/IR	18	5.5(0,5)	-	-	9(3,0)	-	-
LOCAL CHECK (BRANCO REDONDO) S/IR	19	9.5(1,5)	-	-	12.5(0,5)	-	-
Média		7,7(0,43)	0	***	10,0(0,33)	0	***
Significância (sig.)		ns	ns		ns	ns	

*** Diferenças altamente significativas para P>0,05 com aplicação de imazapir (linhas); ns – diferenças não significativas entre variedades (colunas) pelo teste de LSD. Observaram-se também diferenças altamente significativas nas infestações observadas por variedade entre locais.

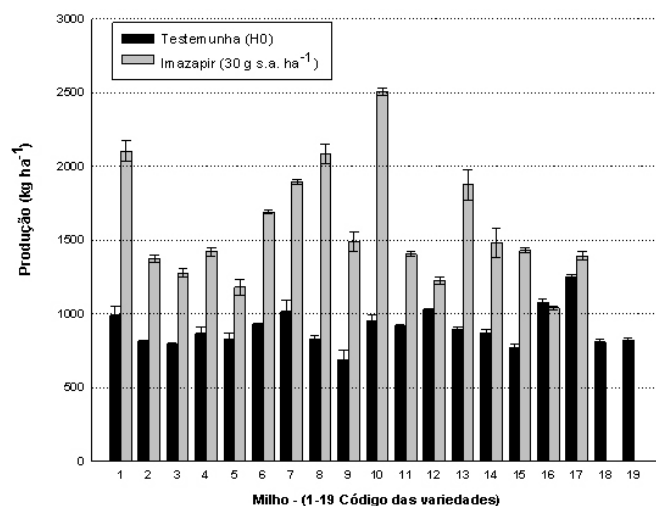


Figura 1 – Produção média (kg ha^{-1}) das variedades de milho resistentes (code 1 a 17) e autóctones (code 18 e 19) de sementes sem (testemunha) e com revestimento por 30 g ha^{-1} de imazapir, em 2010/2011, na Chianga, Planalto Central, Angola. Ver código da variedade no Quadro 1.

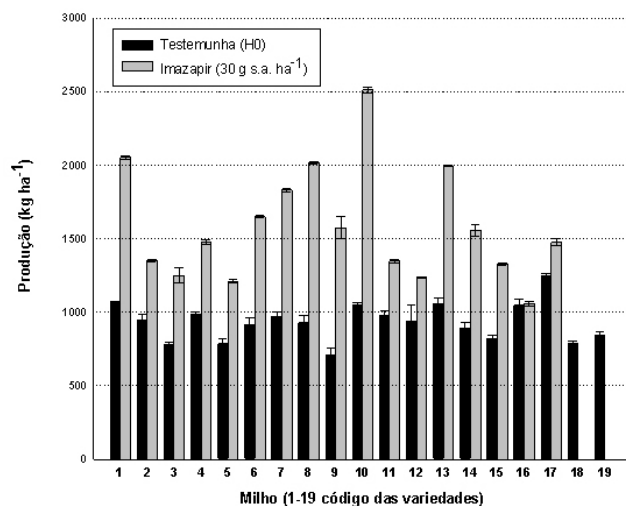


Figura 2 – Produção média (kg ha^{-1}) das variedades de milho resistentes (code 1 a 17) e autóctones (code 18 e 19) de sementes sem (testemunha) e com revestimento por 30 g ha^{-1} de imazapir, em 2010/2011, no Luvili, Planalto Central, Angola. Ver código da variedade no Quadro 1.

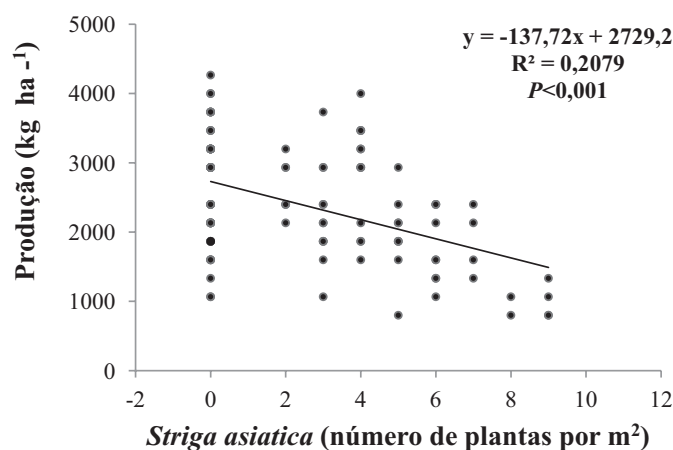


Figura 3 – Correlação entre as emergências totais de *Striga asiatica* e a produção do milho, ensaio de 2009/2010 na Chianga com cinco cultivares de milho de polinização livre (OPV) resistentes ao imazapir (IR).

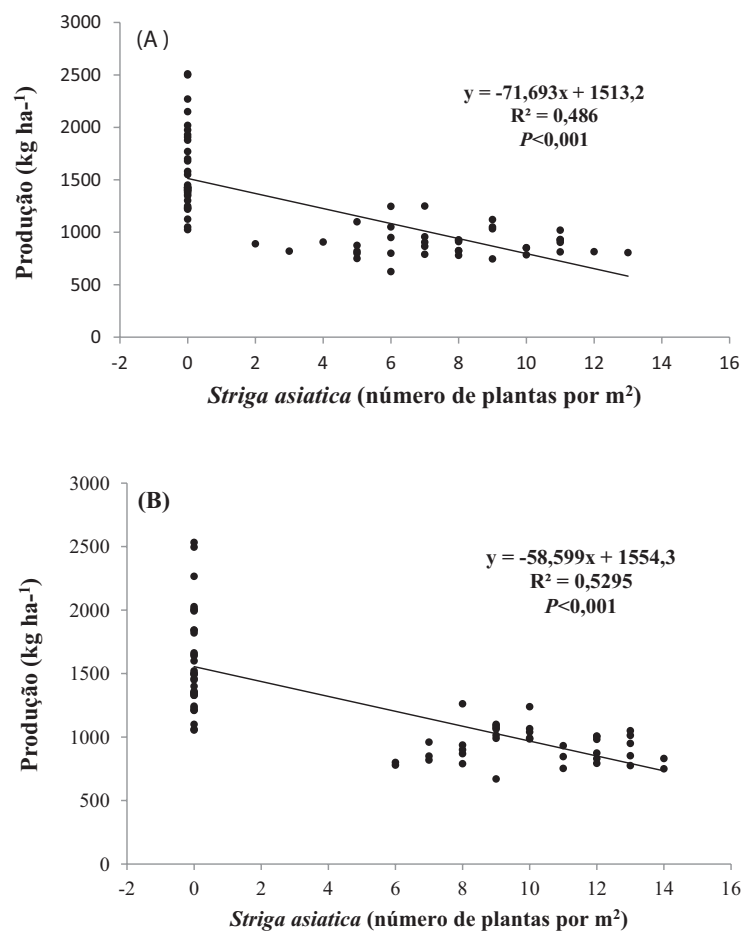


Figura 4 – Correlação entre as emergências totais de *Striga asiatica* e o rendimento do milho, nos ensaios de 2010/2011 na Chianga (A) no Luvili (B), com 17 variedades de milho de polinização aberta resistentes ao imazapir.

Conclusões

Os resultados destes estudos mostraram que o revestimento das sementes de variedades de polinização livre (OPV) resistentes ao imazapir (IR) foi eficaz no controlo de *Striga asiatica*. Na avaliação sobre o impacto da utilização de variedades de milho resistentes ao imazapir na produção constatou-se também que os aumentos registados nalgumas variedades comparativamente à testemunha sem herbicida foram mais do dobro. Apesar de estatisticamente haver interação entre o local x variedade, constatou-se ainda que as variedades mais produtivas com a aplicação de imazapir foram as mesmas nos dois locais. Também foi observado que a cultivar local, na presença de *Striga*, com simples adubação, registou um aumento substancial em relação às colheitas habituais que têm sido obtidas em campos infestados dos pequenos agricultores. Verificou-se ainda um comportamento diferencial quanto à produção das 24 variedades ensaiadas, o que realça a importância destes estudos na seleção de germoplasma de milho para distribuição aos agricultores.

Entre as variedades de milho resistentes ao herbicida as mais promissoras para cultivo devido ao incremento na produtividade e ao controlo eficaz da emergência da planta parasita foram ZM521, ZM523 e ZM625.

Estes resultados aconselham a utilização destas variedades e tecnologia associada para uma gestão integrada a longo prazo da presença da planta parasita. Todavia, apesar da rentabilidade da cultura aumentar, devido ao aumento da produção e à diminuição dos custos de produção, em parte devido à utilização dos herbicidas comparativamente à munda manual, é necessário demonstrar aos pequenos agricultores esta tecnologia para que possa ser implementada.

Referências Bibliográficas

Abayo, G.O.; English, T.; Eplee, R.E.; Kananpiu, F.K.; Ransom, J.K. e Gressel, J. (1998) - Control of parasitic witchweeds (*Striga* spp.) on corn (*Zea mays*) resistant to acetolactate synthase inhibitors. *Weed Science*, vol. 46, n. 4, p. 459-466

- Chikoye, D.; Udensi, U.E.; Lum, A.F. e Ekeleme, F. (2007) - Rimsulfuron for post emergence weed control in corn in humid tropical environments of Nigeria. *Weed Technology*, vol. 21, n. 4 p. 977-981.
- Cook, B. G.; Pengelly, B. C.; Brown, S. D.; Donnelly, J. L.; Eagles, D. A.; Franco, M. A.; Hanson, J.; Mullen, B. F.; Partridge, I. J.; Peters, M. e Schultze-Kraft, R. (2005) - *Tropical Forages*. CSIRO, DPI&F(Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia
- De-Groote, H.; Wangare, L. e Kanampiu, F. (2007) - Evaluating the use of herbicide-coated imidazolinone resistant (IR) maize seeds to control *Striga* in farmers' fields in Kenya, *Crop Protection*, vol. 26, n. 10, p. 1496-1506
- Diniz, A.C. (2006) - *Características Mesológicas de Angola, Descrição e Correlação dos Solos e da Vegetação das Zonas Agrícolas Angolanas*. (2ª ed.) Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento, Lisboa. 546 p.
- Ejeta, G. (2007) - The *Striga* source in Africa: a growing pandemic. In: Ejeta, G.; Gressel J. (Eds.) *Integrating New Technologies for Striga Control: Ending the Witch-Hunt?* Singapore: World Scientific 2007. p. 3-16
- El Azzouzi, M.; Bouhaouss, A.D.A.; Ferhat, M. (1998) - Study on the behavior of imazapyr in two Moroccan soils. *Weed Research*, vol. 38, n. 3, p. 217-220.
- Gressel, J. (2009) - Crops with target site herbicide resistance for *Orobanche* and *Striga* control. *Pest Management Science*, vol. 65, n. 5, p. 560-565.
- Gressel, J. (2011) - Low pesticide rates may hasten the evolution of resistance by increasing mutation frequencies. *Pest Management Sci.*, vol. 67, n.3, p. 253-260.
- Gurney, A.L.; Grimanelli, D.; Kanampiu, F.; Hoi-sington, D.; Scholes, J.D. e Press, M.C. (2003) - Novel sources of resistance to *Striga hermonthica* in *Tripsacum dactyloides*, a wild relative of maize. *New Phytologist*, vol.160, n.3, p. 557-568.
- Henriques, I.C.F. (2008) - *Gestão de infestantes de culturas agrícolas em Angola. Casos de estudo - milho e batata na Província do Huambo*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 224 p.
- Illa, A.O.; Odhiambo, G.D. e Dida, M.M. (2010) - Increasing imazapyr-resistant maize yield by increasing plant density under natural *Striga hermonthica* infestation. *Agricultural and Biology Journal of North America*. ISSN Online: 2151-7525, doi:10.5251/abjna.2010.1.5.1061.1068 © 2010, ScienceHuβ, <http://www.scihub.org/ABJNA>
- Kanampiu, F.; Omany, G.; Muchiri, N.; Nang'ayo, F.; Werehire, P.; Tyrell, D. e Sthamer, V. (2006) - Launch of Strigaway (IRM) technology for *Striga* control in Africa. *Proceedings of the launch of the Strigaway (IRM) technology*. 5-7 July 2005, Kisumu, Kenya, p. 5-62
- McDowell, R.W.; Condrón, L.M.; Main, B.E. e Dastgheib, F. (1997) - Dissipation of imazapyr, flumetsulam and thifensulfuron in soil. *Weed Research*, vol. 37, n. 6, p. 381-389
- Menkir, A. e Kling, J.G. (2007) - Response to recurrent selection for resistance to *Striga hermonthica* (Del.) Benth in a tropical maize population. *Crop Science*, vol. 47, n. 2, p. 674-682
- Musambasi, D.; Chivinge, O.A.; Bunya, D.R. e Mabasa S. (2005) - The role of different component crops grown in association with maize and their residues in controlling *Striga asiatica* (L.) Kuntze in Zimbabwe. *Crop Research*, vol. 29, n.1, p. 47-55.
- Oswald, A. e Ransom, J.K. (2004) - Responses of maize varieties to *Striga* infestation. *Crop Protection*, vol.23, n.2, p. 89-94
- Ransom, J.; Kanampiu, F.; Gressel, J.; De-Groote, H.; Burnet, M. e Odhiambo, G. (2012) - Herbicide Applied to imidazolinone resistant-maize seed as a *Striga* control option for small-scale African farmers. *Weed Science*, vol. 60, n. 2, p. 283-289.

4.2 Gestão de Striga asiatica em milho no Planalto Central de Angola – consociação com plantasarmadilha leguminosas e gramíneas.

Revista de Ciências Agrárias, 2014, 37(1): 80-89

Gestão de *Striga asiatica* em milho no Planalto Central de Angola - consociação com plantas-armadilha leguminosas e gramíneas

Management of *Striga asiatica* in maize in the Planalto Central of Angola - legumes and grass trap intercropping

A. Chicapa Dovala¹ & A. Monteiro²

¹ Instituto de Investigação Agronómica, Caixa Postal 406, Chianga, Huambo, Angola

² Centro de Botânica Aplicada à Agricultura, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal. E-mail: anamonteiro@isa.ulisboa.pt, author for correspondence

Recebido/Received: 2013.11.26

Aceitação/Accepted: 2013.12.18

RESUMO

Ensaios de campo de consociação milho x leguminosas x gramínea, designadamente com as leguminosas *Desmodium uncinatum* cv. 'D. Silver leaf', *Cajanus cajan*, *Mucuna pruriens*, *Tephrosia* sp. e *Crotalaria* sp. e com a gramínea *Tripsacum laxum*, foram realizados, entre 2008 e 2010, na Chianga, Huambo, Angola, com o objetivo de avaliar o efeito destes táxones na emergência de *Striga asiatica* e no rendimento de milho cv. 'SAM3'. Realizaram-se também ensaios em estufa (2008/2009) com a planta armadilha *T. laxum* com solo limpo e contaminado pela planta parasita. A sementeira de *T. laxum* em solos infestados por *S. asiatica* quer em estufa quer no campo duplicou a emergência da planta parasita comparativamente à sementeira apenas de milho. Todas as espécies de leguminosas utilizadas na consociação com milho tiveram efeito inibidor sobre *S. asiatica* e aumentaram o rendimento. Os resultados apontam que a utilização de plantas que estimulam a germinação mas não são parasitadas, como *Tripsacum laxum*, conjugada, na rotação, com leguminosas, poderá constituir uma prática cultural que pode contribuir para a redução do banco de sementes da planta parasita com o consequente aumento do rendimento do milho.

Palavras chave: controlo cultural, *Tripsacum laxum*, *Cajanus cajan*, *Desmodium uncinatum*, *Mucuna pruriens*, *Tephrosia*, *Crotalaria*

ABSTRACT

Maize intercropped field trials with the legumes *Desmodium uncinatum* cv. 'D. Silver leaf', *Cajanus cajan*, *Mucuna pruriens*, *Tephrosia* sp. and *Crotalaria* sp. and the trap grass *Tripsacum laxum* were conducted from 2008 until 2010, at Chianga, Huambo, Angola, to evaluate the effect of intercropping for the control of *Striga asiatica* and maize cv. 'SAM3' yield. Greenhouse trials with the trap grass *T. laxum* in clean and infested soils with the parasitic plant were also carried on. *T. laxum* grown in infested soils by *S. asiatica* both in greenhouse and field trials significantly duplicated weed seed emergence, comparatively with the sown of maize alone. By other side, in the maize-legumes trials, the results show that the intercropping of maize with legumes significantly reduced *S. asiatica* infestation and gave significantly higher grain yield of maize. These studies have confirmed the potentials of *Tripsacum laxum* as trap crop combined with maize x legume intercropping in the management of *S. asiatica*. Based on these results, this cultural strategy could reduce the parasitic plant seed bank and increase soil fertility and consequently maize yield.

Key words: Cultural control, *Tripsacum laxum*, *Cajanus cajan*, *Desmodium uncinatum*, *Mucuna pruriens*, *Tephrosia*, *Crotalaria*

Introdução

Em Angola, o milho é cultivado em grande escala nos solos ferralíticos que ocupam cerca de metade do território angolano (45,35%) (Raposo e Franco, 1999). Este tipo de solos estão largamente representados no Planalto Central, designadamente os solos fracamente ferrálicos amarelos, os mais representativos da província do Huambo (Hb 14) e os fracamente ferrálicos vermelhos (Hb 32). É nestas duas subunidades que geralmente se cultiva o milho no Planalto Central (Dias *et al.*, 2006).

As leguminosas aumentam o teor da matéria orgânica no solo, fixam o azoto atmosférico, protegem o solo contra a erosão e podem dificultar o desenvolvimento de algumas infestantes, pragas e doenças. Adicionalmente algumas leguminosas provocam a chamada germinação suicida de *Striga* - plantas-armadilha - isto é, estimulam a germinação da semente da planta-parasita, mas não lhe servem de hospedeiro (Berner *et al.*, 1997; Abunyewa e Padi, 2003). Das leguminosas que mais têm sido apontadas, mencionam-se a ervilha-do-Congo ou de Angola (*Cajanus cajan* (L.) Mill.), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), soja [*Glycine max* (L.) Merr.], algumas variedades de feijão-frade ou macunde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), “vie-lo” (*Vigna subterranea* L.), feijão-mucuna (*Mucuna pruriens* Bak.), feijão-lablab (*Lablab niger* Medik.) e, mais recentemente, espécies do género *Desmodium* (*Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC. e *D. intortum* (Mill.) Urb.). De acordo com Hooper *et al.* (2009) a leguminosa *Desmodium uncinatum* inibe o parasitismo por *Striga hermonthica* (Del.) Benth. devido à sua ação alopatia na parasita. In *vitro* os autores verificaram que os exsudados radiculares de *Desmodium* sp. interferiam com o desenvolvimento radicular de *Striga*. O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), o girassol (*Helianthus annuus* L.) e gramíneas do género *Tripsacum* têm também sido referidos como interferindo nas infestações de *Striga* ao estimularem a germinação da parasita (Khan *et al.*, 2001, 2002; Alonge *et al.*, 2005; Musambasi *et al.*, 2005).

Os exsudatos das raízes da ervilha-do-Congo (*Cajanus cajan*) podem dissolver o fósforo contido nas rochas (rochas fosfatadas) tornando-o num nutriente disponível para as culturas. Esta espécie constitui uma importante leguminosa de grão seco, cultivada em sequeiro nas regiões semiáridas tropicais. As principais regiões produtoras da ervilha-do-Congo são o subcontinente indiano, América Central e África Austral, onde Angola está inserida, bem como a África Oriental. A ervilha-do-Congo é um arbusto perene, geralmente cultivada como uma cultura anu-

al. Tem crescimento e desenvolvimento iniciais muito lentos (até 2 meses após sementeira). Com uma raiz principal profunda, é capaz de extrair nutrientes e água das camadas inferiores do subsolo. Portanto, em consociação dificilmente compete com as outras culturas. Uma vez estabelecida, a ervilha-do-Congo é uma cultura melhoradora dos solos devido ao seu extenso sistema radicular (Cook *et al.*, 2005).

O género *Mucuna* Adans. engloba leguminosas com grande poder regenerador dos solos. Através do seu sistema radicular, que chega a atingir 3 metros de profundidade, atua e explora um perfil mais profundo do terreno do que acontece nas lavouras tradicionais. Atrai, de forma notável, a proliferação de minhocas, e são estas, verdadeiramente, as obreiras naturais da decomposição das matérias no solo. Algumas espécies de *Mucuna* têm revelado ser, entretanto, excelentes plantas forrageiras, inócuas e muito particularmente indicadas para os rebanhos laníferos (Cook *et al.*, 2005). Para além da fixação do azoto atmosférico pelas leguminosas inseridas na consociação, os resíduos resultantes da queda das folhas servem de manta morta, com consequente proteção contra a erosão do solo e adição de matéria orgânica.

A crotalária (*C. juncea*) é utilizada como cultura melhoradora dos solos e em consociação com o milho tem apresentado efeito supressor sobre *S. asiatica*, controla nematoides do solo e serve de alimentação animal, bem como humana, em alguns países africanos (Chamuane, 2007).

Algumas espécies de *Desmodium* sp. produzem substâncias alelopáticas que suprimem *Striga* e, quando o fósforo não está em falta no solo, em consociação com milho pode substituir a aplicação de azoto (Kifuko-Koech *et al.* 2012). A soja tem efeitos semelhantes ao *Desmodium* sobre *Striga* com a grande vantagem de servir para alimentação humana e com mercado cuja procura é maior que a oferta (Odhambo *et al.*, 2009).

Em África, diversas espécies do género *Tephrosia* são muito conhecidas, por possuírem propriedades medicinais, insecticidas e de veneno para os peixes (de Matos, 2011). Na agricultura, a tefrosia é utilizada como planta melhoradora dos solos e mais recentemente para supressão de ervas daninhas, incluindo *Striga* (Cook *et al.*, 2005). Em Angola, servem para adubação verde, captura de peixe e insecticida. Os extractos podem ser preparados a partir de sementes, folhas, caules e raízes, sendo os secos para tratamento de grãos/celeiros e as soluções para pulverizações de culturas (de Matos, 2011).

Entre as plantas-armadilha da família das poáceas, podem salientar-se as espécies *Tripsacum dactylo-*

des (L.) L e *T. laxum* Scrib e Merr., com importância económica para a agricultura (FAO, 2005). O género *Tripsacum* L., engloba espécies que são na sua maioria nativas do México e Guatemala mas estão amplamente distribuídas em todas as regiões quentes dos EUA e da América do Sul, com algumas espécies presentes na Ásia e África. Resiste a pH baixo e à presença do alumínio e é muito competitivo com diversas espécies de infestantes, em particular do género *Striga*, e no controlo de nemátodes (Cook *et al.*, 2005). Gurney *et al.* (2003), em estudos com *Tripsacum dactyloides* e *S. hermonthica* mostraram que as plantas da parasita conectadas a *T. dactyloides* foram muito menos propensas a evoluir para estágios mais avançados do que quando o hospedeiro era o milho. Embora algumas plantas de *S. hermonthica* fossem capazes de penetrar no xilema de *T. dactyloides*, o desenvolvimento subsequente de haustórios foi diminuído em comparação com os que estavam conectados aos sistemas vasculares do milho. Ao fim de seis semanas de cultura em laboratório, o peso seco total médio de haustórios de *S. hermonthica* por cada planta de *T. dactyloides* foi mil vezes inferior ao de haustórios em milho. Os mesmos autores referiram também que a quantidade de exsudados radiculares necessários para estimular a germinação de sementes de *S. hermonthica*, era ca. 70% menor na presença de exsudados de *T. dactyloides*, do que em relação aos exsudatos de milho (Gurney *et al.*, 2002; 2003). Outros estudos evidenciaram ainda que a resistência de *T. dactyloides* a plantas parasitas do género *Striga* também pode ocorrer mesmo que a conexão do haustório ao sistema vascular do hospedeiro esteja estabilizada. De acordo com Scholes e Press (2008), um dos mecanismos consiste no bloqueio dos vasos condutores do hospedeiro por substâncias mucilaginosas que impede o fluxo da água e nutrientes a partir do hospedeiro para a planta parasita e na transferência de compostos tóxicos para o sistema vascular do hospedeiro para a subsequente translocação para o interior da parasita através dos haustórios. Gurney *et al.* (2003) verificaram que, na gramínea *T. dactyloides* parasitada por *S. hermonthica*, os haustórios da parasita estabelecem conexões com o xilema do hospedeiro e embora não haja nenhum bloqueio dos vasos, a planta-parasita morre. Aqueles autores sugeriram que o composto ou compostos inibidores movem-se dentro dos haustórios do sistema radicular da planta-parasita.

A endoderme também tem sido referida como o local de expressão da resistência em várias espécies de culturas, incluindo sorgo em relação à *S. asiatica* (Maiti *et al.*, 1984; Haussmann *et al.*, 2004), arroz com *S. hermonthica*, assim como *Tripsacum dactyloides*

com *S. hermonthica* (Gurney *et al.*, 2003) e uma linha (acessão) de milho (ZD05) derivada de *Zea diploperennis* L. também com *S. hermonthica*. Na cultivar de arroz 'Nipponbare', portadora de resistência a algumas variantes de *S. hermonthica*, foi observado que o haustório podia atravessar o córtex e não ser capaz de romper a endoderme, mas continuava a crescer em todo o cilindro vascular, tendo sido sugerido que existia uma certa deficiência na sinalização ou percepção do sinal celular que impedia a penetração de haustórios (Gurney *et al.*, 2003). Comportamentos semelhantes têm sido observados com frequência noutras cultivares de arroz indicando que esta podia ser uma forma mais ampla a utilizar como estratégia de resistência (Yoshida e Shirasu, 2009).

A gramínea *T. laxum* foi introduzida no Instituto de Investigação Agronómica de Angola pelo Eng^o. Ilídio Lourenço em 1965, proveniente da Colômbia, da Estação Experimental de Palmira, que fica a 10-15 km do Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT (comunic. pessoal Eng^o Ilídio Lourenço, aos 25-5-2013 ao Dr. Nuno de Sousa Costa).

Com base nos pressupostos atrás referidos e nos resultados obtidos por Dovala *et al.* (2006) relativos ao controlo de *Striga asiatica* por recurso a consociações com leguminosas, desenvolveram-se ensaios de consociação do milho com os táxones *Tripsacum laxum*, *Desmodium uncinatum* cv 'D.Silver leaf', *Cajanus cajan*, *Mucuna pruriens*, *Tephrosia* sp. e *Crotalaria* sp. com o objetivo de avaliar o efeito na emergência da planta parasita e no rendimento de milho cv. 'SAM3'

Material e Métodos

O clima da região é tropical com uma temperatura média anual de 19°C e temperaturas mínimas muito acentuadas, nos meses de cacimbo (Maio a Agosto), com céu limpo, elevada evapotranspiração potencial e reduzido grau higrométrico do ar durante o dia. A humidade relativa média anual é inferior a 80%. A precipitação média anual é de 1400 mm em todo o Planalto Central e está concentrada no período de Outubro a Abril, com intercalação dum curto período seco, chamado pequeno cacimbo (Quadro 1). Frequentemente, as quedas pluviométricas ocorrem com extrema violência, provocando fenómenos erosivos bastante graves em todos os solos desnudados, em especial nos ocupados com culturas que obrigam à tomada de medidas de defesa contra a erosão. O verdadeiro período seco vai de Maio a Setembro. Os ensaios de campo foram instalados em parcelas duma exploração particular situada a 3 km a norte

Quadro 1 – Precipitação mensal (mm) registrada na Chianga, Huambo, no período de 2008-2010 (Posto Meteorológico da Chianga).

Ano	2008	2009	2010
Mês			
Janeiro	97,4	182,0	208,0
Fevereiro	195,2	277,1	204,3
Março	292,6	288,3	256,9
Abril	107,9	123,5	199,2
Maio	58,9	40,5	23,8
Junho	0	0	0
Julho	0	0	0
Agosto	0	0	0
Setembro	0	47,2	5,9
Outubro	119,5	109	91,9
Novembro	328,1	209,6	243,7
Dezembro	193,5	209,9	276,3
Total do ano	1393,1	1487,1	1510,0

da Chianga, 13 km a nordeste da cidade do Huambo, capital da província com o mesmo nome, latitude 12° 44' S e longitude 15° 50' E, 1 750 m de altitude. O solo está classificado como ferralítico, é arenoso com um pH (H₂O) 5,2 (análise efetuada no Laboratório de Solos do IIA).

Ensaio em estufa

Na sequência de efeitos positivos observados na emergência e morte de *S. asiatica* obtidos em ensaios preliminares, em vasos, com capim-guatemala (*Tripsacum laxum*) desenvolveu-se com esta graminea um ensaio na estufa do Laboratório de Fitopatologia do Instituto de Investigação Agronómica (IIA), com o objetivo de avaliar a influência na emergência da planta parasita. O ensaio consistiu em 3 blocos completamente casualizados, com cinco modalidades e duas repetições (vaso) por bloco. Cada vaso media 50 x 50 x 20 cm de altura. As cinco modalidades ensaiadas foram: solo infestado/milho, solo infestado/*Tripsacum laxum*, solo com resíduos prováveis de imazapir (aplicado no ano anterior)/milho, solo limpo (sem histórico da presença da parasita)/ milho e solo limpo/*Tripsacum laxum*. As amostras de solo, duas por local de colheita, foram obtidas em Novembro de 2008, nos primeiros 25 cm de solo. O solo infestado por *S. asiatica*, nos últimos cinco anos, apresentou uma densidade média de 25 plantas por m² de *S. asiatica*. O solo com imazapir foi colhido numa das parcelas que tinha sido cultivada no ano anterior com milho resistente ao imazapir (sementes revestidas com a imidazolinona). Uma terceira amostra – solo limpo - foi obtido numa parcela dos

campos das Estação Experimental Agrícola da Chianga onde nunca foram observadas plantas de *S. asiatica*. A sementeira do milho e a plantação do capim-guatemala foram efetuadas em 21 de Novembro de 2008. Por vaso foram colocadas cinco sementes de milho e três estacas de capim-guatemala. A germinação do milho decorreu entre o 5 a 8 dia após sementeira. Procedeu-se ao desbaste 15 dias depois da sementeira, deixando por vaso três plântulas de milho. Nos vasos com capim-guatemala todas as estacas rebentaram e não foi feita qualquer intervenção. A contagem do número de plantas de *S. asiatica* que emergiram em cada vaso foi efetuada 4 meses após o início do ensaio.

Ensaio de campo

Realizaram-se dois ensaios de campo e, em ambos, o delineamento consistiu em blocos casualizados com 5 repetições. Utilizou-se a variedade de milho (*Zea mays* L.) SAM3 ('Sintético Amarelo Maria', 3ª geração). No 1º ensaio (2008/2009) - *consociação milho x leguminosas* – as modalidades ensaiadas foram: 1) *Desmodium uncinatum* (Jacq) DC. cv 'D.Silver leaf'; 2) *Cajanus cajan* (L.) Millsp.; 3) *Mucuna pruriens* (L.) DC. (feijão-mucuna); 4) *Tephrosia* sp. e 5) Testemunha. Cada parcela constava de cinco linhas de 5 m de comprimento, separadas entre si por entrelinhas de 1,5 m e um compasso de 0,75 x 0,25 m (área da parcela = 18,75 m²), 40 plantas por linha, o que correspondeu a 106 666 plantas de milho por hectare. Os blocos e as parcelas estavam separados entre si por intervalos de 1,5 m. A sementeira foi efectuada

em 8 de Novembro de 2008 e a colheita a 2 de Maio de 2009. As observações incidiram nas três linhas centrais, sobre o número de plantas de *S. asiatica* na linha e o rendimento do milho.

No 2º ensaio (2009/2010) - *consociação milho x leguminosas x gramíneas x azoto* - as modalidades ensaiadas foram: 1) *Cajanus cajan* (L.) Millsp.; 2) *Crotalaria* spp.; 3) *Tripsacum laxum* (capim-guatemala); 4) Testemunha com N60 e 5) Testemunha sem azoto. Cada parcela constava de quatro linhas de 5 m de comprimento, separadas entre si por entrelinhas de 1,5 m e um compasso de 0,75 x 0,25 m (área da parcela = 15 m²), 42 plantas por linha, o que corresponde a 112 000 plantas de milho por hectare. A sementeira realizou-se a 15 de Outubro de 2009. A colheita foi efetuada a 5 de Abril de 2010. As observações incidiram nas duas linhas centrais, sobre o rendimento do milho em consociação e o número de plantas de *S. asiatica* na linha do milho. Todas as modalidades azotadas beneficiaram ainda de uma adubação de fundo com um adubo composto com 12% de azoto, 24% de fósforo e 12% de potássio, abreviadamente NPK 12:24:12, na dose de 300 kg/ha. A modalidade testemunha não levou nenhuma unidade de azoto para representar a situação corrente praticada pelos agricultores.

Nos dois ensaios de campo, antes da sementeira procedeu-se a uma lavoura com uma charrua de discos acoplada a um trator de 80 HP e duas gradagens cruzadas. Na véspera da sementeira foi ainda realizado o destorroamento com enxadas, assim como a limpeza de todo o raizame remanescente. A fertilização de fundo e a sementeira foram realizados no mesmo dia, manualmente. Na fertilização de fundo e na sementeira adotaram-se os procedimentos referidos por Abunyewa & Padi (2003) e Mumera & Below (1993), com ligeiras alterações. O fertilizante distribuído superficialmente na linha foi incorporado antes do lançamento da semente. Por cada covacho foram colocadas 3 sementes de milho, deixando-se, ao desbaste - 25 dias após a sementeira -, 2 plantas por covacho. Os ensaios foram mantidos livres de infestantes até a colheita através de mondas manuais. Na modalidade N60, foi aplicado sulfato de amónio a 21%, sem incorporação, 30 dias após a sementeira.

Análise de dados

Todos os dados foram tratados estatisticamente através da análise de variância a um fator, ANOVA, com um nível de significância de 5%. Efetuou-se a análise dos dados recorrendo ao programa estatístico Statistix 9.

Resultados e discussão

Em estufa, quatro meses após a instalação dos ensaios, verificou-se que o cultivo de *T. laxum* em solos infestados por *S. asiatica* duplicou a emergência da planta parasita comparativamente à sementeira apenas de milho. Na presença da planta-armadilha apesar de algumas, poucas, plantas atingirem a floração, a maior parte das plantas emergidas apresentou um fraco desenvolvimento e não floriu e consequentemente não se verificou a produção de sementes. Estes resultados estão em sintonia com os observados por Gurney *et al.* (2003) com a parasita *S. hermonthica*. Constatou-se ainda que a aplicação, no ano anterior, da imidazolinona imazapir reduziu significativamente a infestação da planta-parasita (Quadro 2). Dovala & Monteiro (2013) verificaram que o imazapir apresenta efeito residual apenas no ano da sementeira do milho resistente ao herbicida pois, as cultivares locais de milho ('SAM3' e 'Branco redondo') não germinaram sempre que foram semeadas próximo das sementes de milho revestidas com imazapir (Milho IR). No segundo ano após a aplicação de imazapir as referidas cultivares locais já não foram afectadas pelo herbicida. Nos ensaios de campo realizados em 2008/2009, a consociação do milho com leguminosas - *Desmodium uncinatum* cv. 'D. Silver leaf', *Cajanus cajan*, *Mucuna pruriens* e *Tephrosia* sp. - teve um efeito inibidor significativo na emergência da parasita com implicações positivas na produtividade da cultura (Fig. 1). Todas as espécies de leguminosas utilizadas na consociação com milho tiveram efeito inibidor altamente significativo na emergência de *S. asiatica* comparativamente à modalidade testemunha. O rendimento do milho foi significativamente superior nas modalidades consociadas com *Cajanus cajan*, *Mucuna pruriens* e *Tephrosia*, com valores médios de 2000 kg/ha. Com a leguminosa *Desmodium uncinatum* obteve-se um rendimento significativamente inferior (ca. de 1400 kg/ha) ao daquelas modalidades mas significativamente superior ao valor registado na testemunha (ca. 200 kg/ha). Todavia, o rendimento do milho obtido com *Desmodium uncinatum* foi superior ao observado em ensaios anteriores na mesma região por Chicapa *et al.* (2006), provavelmente devido à adição de fosforo no presente estudo.

Quadro 2 – Emergência de plantas de *Striga asiatica* em solos infestados pela parasita e efeito da presença de *Tripsacum laxum* e da aplicação de imazapir (ano anterior), quatro meses após a instalação dos ensaios.

Modalidade	<i>Striga asiatica</i> (nº de plantas por m ²)
Solo infestado / <i>Tripsacum laxum</i>	47,2 (1,25) a
Solo infestado / milho	20,3 (1,50) b
Solo imazapir / milho	2,2 (0,48) c
Solo limpo / <i>Tripsacum laxum</i>	0 d
Solo limpo / milho	0 d

Por coluna, as médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste da MDS para $p < 0,05$.

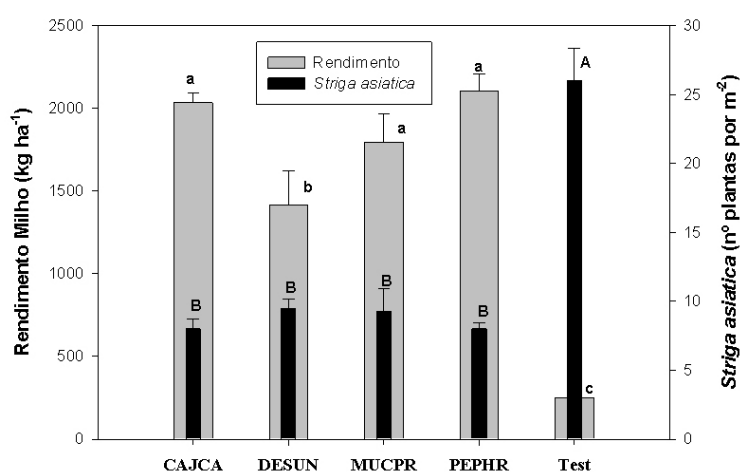


Figura 1 – Relação entre o rendimento do milho e as infestações (emergência) por *Striga asiatica* Lour., nos ensaios de campo de consociação milho x leguminosas.

Legenda: CAJCA - *Cajanus cajan* (L.) Millsp.; DESUN - *Desmodium uncinatum* (Jacq) DC. cv 'D. Silver leaf'; MUCPR - *Mucuna pruriens* (L.) DC.; PEPHR - *Tephrosia* sp.; Test - Testemunha.

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas para a densidade de *S. asiatica* e minúsculas no rendimento do milho, não diferem estatisticamente entre si pelo teste da MDS para $p < 0,05$.

No ensaio desenvolvido em 2009/2010, a consociação de milho com *Cajanus cajan*, *Crotalaria* sp., *Tripsacum laxum* e a aplicação de 60 unidades de azoto, comparativamente à testemunha, teve também, em todas as modalidades, um efeito inibidor, significativo, na emergência da parasita com implicações positivas na produtividade da cultura (Quadro 3). Os mecanismos pelos quais se atribui a inibição pelas leguminosas da germinação de *Striga asiatica* são o aumento do nível de azoto no solo e do ensombramento que proporciona à cobertura do solo e/ou efeitos alelopáticos que inibem o desenvolvimento dos haustórios (Khan *et al.*, 2001).

Quanto ao rendimento do milho, todas as modalidades diferiram entre si. O rendimento do milho foi significativamente superior na modalidade adubada (ca. 1800 kg/ha), seguida da modalidade consociada com *Cajanus cajan*, com valores médios de 1000 kg/

ha. Na consociação com *Crotalaria* e *Tripsacum laxum* o rendimento do milho foi inferior à tonelada mas significativamente superior ao valor registado na testemunha (ca. 160 kg/ha). De registar que o rendimento do milho na modalidade com *Cajanus cajan* foi cerca de metade do registado no ensaio anterior apesar da densidade de *S. asiatica* ser similar. Esta constatação remete para outros fatores envolvidos no rendimento do milho.

A Fig. 2 ilustra o efeito da presença da gramínea na emergência de *S. asiatica*, com valores significativamente superiores nas entrelinhas cultivadas com *T. laxum*. Estes resultados confirmam os obtidos em vasos, na estufa, realçando a influência da gramínea *Tripsacum laxum* na emergência da planta parasita. Na presença desta planta-armadilha *Tripsacum laxum* a germinação e emergência de *S. asiatica* foi estimulada mas as plantas emergidas não se desenvolveram

Quadro 3 – Efeito da consociação (táxone) no número de plantas de *Striga asiatica* quatro meses após a sementeira, na linha de milho e no rendimento da cultura.

Modalidade	<i>Striga asiatica</i> na linha de milho (nº plantas m ⁻²)	Rendimento do milho (kg ha ⁻¹)
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.	12,4 (0,60) bc	1026,6 (33,99) b
<i>Crotalaria</i> spp.	14,4 (0,68) b	887,8 (51,74) bc
<i>Tripsacum laxum</i> Nash.	11,5 (0,58) bc	858,8 (51,40) c
Testemunha com N60	9,2 (0,66) c	1786,6 (85,32) a
Testemunha sem azoto	31,8 (2,58) a	162,6 (9,80) d

Por coluna, as médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste da MDS para $p<0,05$.

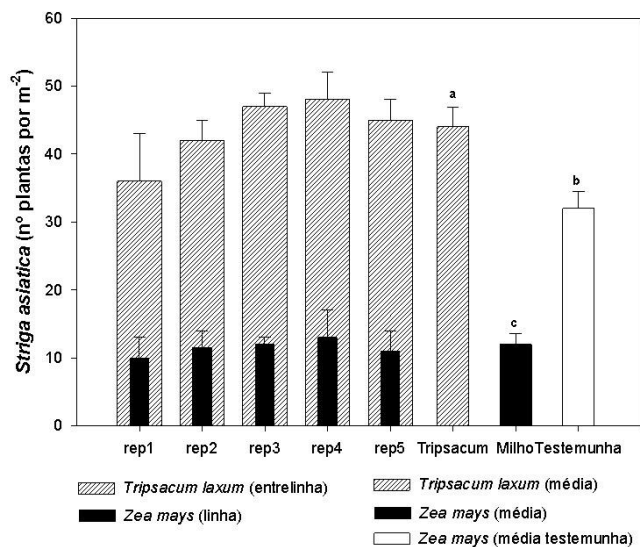


Figura 2 – Emergência de *Striga asiatica* Lour. na modalidade de *Tripsacum laxum* x *Zea mays*, nas entrelinhas cultivadas com capim-guatemala (*Tripsacum laxum* Nash.), por repetição e média, e nas linhas com milho (*Zea mays* L.), por repetição e média, e na modalidade *Zea mays* (testemunha, direita).

As médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste da MDS para $p<0,05$

e consequentemente não se verificou a produção de sementes. Gurney *et al.* (2003), em estudos com *S. hermonthica* e milho consociado com *T. dactyloides*, verificaram o mesmo efeito referindo que a formação de haustórios secundários era inibida. Atualmente, a consociação é vulgarmente usada em muitas regiões tropicais do mundo, particularmente, por agricultores tradicionais de pequena escala. Na América Latina, os pequenos agricultores cultivam 70-90% de seus feijões com milho, batata e outras culturas, enquanto o milho consociado representa 60% das áreas de sua cultura naquela região. Outras avaliações quantitativas sugerem que 89% de feijões-macunde em África está consociada (Atera *et al.*, 2013). Nas regiões tropicais, a consociação é geralmente associada com a produção de grãos para alimentação, enquanto nas regiões temperadas consiste num meio de produção eficiente de forragem (Atera *et al.*, 2013). Apesar da

monocultura intensiva ser mais fácil para grandes agricultores, que só semeiam e colhem uma única cultura no mesmo espaço de terra, usando máquinas e adubos inorgânicos, os pequenos agricultores, que muitas vezes não têm acesso aos mercados e produzem alimentos suficientes apenas para o seu sustento e de suas famílias, reconhecem que a consociação é uma boa forma de garantir a sobrevivência. A consociação é uma prática comum em muitas regiões da África, como uma parte dos sistemas agrícolas tradicionais, vulgarmente implementados devido ao declínio da fertilidade dos solos, escassez de terra arável e à necessidade de segurança alimentar. É, sobretudo, praticada em pequenas propriedades com capacidade de produção limitada devido à falta de capital para aquisição de insumos. As características de um sistema de consociação podem depender em grande parte das condições de solo, clima local, da situação socio-económica e preferências da

comunidade local. As cultivares locais que têm sido selecionadas ao longo dos anos para esta finalidade, são, em geral, utilizadas na consociação. As plantas de *S. asiatica* são dotadas de uma alta fecundidade e a semente é assíncrona. Estas características fazem com que o seu controlo seja difícil (Andrianjaka *et al.*, 2007). O grau de infestação, portanto, precisa de ser gerido através de diferentes métodos. Presentemente, existem vários métodos disponíveis quando se trata de gestão de *Striga* sp., designadamente preparação do solo, arranque manual, sacha manual e mecânica, herbicidas, tecnologia push-pull e consociações, cultivares resistentes, fertilização azotada, controlo biológico, estimulantes de germinação e tratamento de sementes da cultura. No entanto, os métodos que dependem de compostos sintéticos não constituem a melhor opção uma vez que não são sustentáveis e os pequenos agricultores dificilmente podem custeá-los. As técnicas que incluem uma mudança dos sistemas culturais constituem uma solução sustentável que pode garantir um rendimento adequado. Atualmente, os métodos de gestão mais usados contra *Striga* sp. em Angola são a monda e sacha manuais. São recomendados para evitar a produção de sementes e sua dispersão. Todavia, estes métodos têm pouco impacto para as culturas em pleno campo e não têm um efeito positivo direto sobre o rendimento. Apenas a melhoria do controlo da planta parasita a longo prazo, devido ao impedimento do aumento de *Striga* no “banco de sementes do solo” pode ser eficaz. Assim, a utilização de plantas que estimulam a germinação, como *Tripsacum laxum*, mas não são parasitadas, poderá ser uma prática cultural com impacto na redução do banco de sementes da planta parasita. A melhoria dos sistemas de pousio também pode ser uma solução onde devem ser instaladas culturas armadilhas, designadamente *Tripsacum* sp.. A gestão efetiva de *Striga* em sistemas de sementeira do milho ano após ano não pode ter sucesso se dispensar os pousios melhorados (Andrianjaka *et al.*, 2007).

Obs: Fig. 3 (não publicada) aspectos da consociação.

Conclusões

No que concerne ao efeito na planta-parasita, verificou-se que nas parcelas tratadas com imazapir no terceiro ano após a aplicação podem, *de novo*, emergir algumas plantas, embora em número muito reduzido. Esta particularidade pode ser aproveitada para a gestão de *S. asiatica* em áreas com infestações severas. Pois, mediante sementeiras intercaladas de

dois anos com variedades locais e um com milho resistente ao imazapir pode ser possível reduzir significativamente a dição de sementes no banco de *Striga* no solo.

A identificação dos compostos alelopáticos envolvidos na supressão da planta parasita nos ensaios de consociação quer com as leguminosas quer com *T. laxum*, pode dar outras oportunidades para a exploração de estratégias para consociações mais adequadas.

Referências bibliográficas

- Abunyewa, A.A e Padi, F.K. (2003) - Changes in soil fertility and *Striga hermonthica* prevalence associated with legume and cereal cultivation in the Sudan savannah zone of Ghana. *Land Degradation & Development*, Vol. 14, n. 3, p. 335–343
- Alonge, S.O.; Lagoke, S.T.O. e Ajakaiye, C.O. (2005) - Cowpea reactions to *Striga gesnerioides* I. effect on growth. *Crop Prot.*, vol. 24, n. 6, p. 565-573.
- Andrianjaka, Z.; Bally, R.; Lepage, M.; Thioulouse, J.; Comte, G.; Kisa, M. e Duponnois, R. (2007). Biological control of *Striga hermonthica* by *Cubitermes* termite mound powder amendment in sorghum culture. *Applied Soil Ecology*. vol. 37 n. 3, p. 175-183.
- Atera, E.A.; Ishii, T.; Itoh, K.; Onyango, J.C. e Azuma, T. (2013) - *Striga* Infestation in Kenya: Status, Distribution and Management Options. *Sustainable Agriculture Research*, vol. 2, n. 2, p. 99-108.
- Berner, D.K.; Ikie, F.O. e Green, J.M. (1997) - ALS-inhibiting herbicide seed treatments control *Striga hermonthica* in ALS-modified corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, vol. 11, n. 4, p. 704 – 707.
- Chamuane, A. (2007) - *Efeito de culturas em faixa no manejo da Lagarta Americana Helicoverpa spp (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do algodão no Distrito de Morrumbá*. Tese de Dissertação em produção vegetal. Faculdade de Agronomia e Ciência Florestal, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, p.87.
- Cook, B.G.; Pengelly, B.C.; Brown, S.D.; Donnelly, J.L.; Eagles, D.A.; Franco, M.A.; Hanson, J.; Mullen, B.F.; Partridge, I.J.; Peters, M. e Schultze-Kraft, R. (2005) - *Tropical Forages*. CSIRO, DPI&F (Qld), CIAT and ILRI, Brisbane, Australia.
- de Matos, R.E.P. (2011) - *Efeito insecticida de Tephrosia vogelii Hook. F. no controlo de Sitophilus Zea mays Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): Uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável em Angola*. *Dissertação de Doutoramento em Engenharia Agronómica*, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, p. 228.

- Dias, J.C.S.; Moreira, T.; Costa, A.V. e Ucuassapi, A.P. (2006) - Acerca da fertilidade dos solos de Angola II. Elementos sobre a fertilidade de importantes agrupamentos de solos das Províncias do Bengo, Cuanza Sul, Benguela, Huambo, Bié, Moxico, Huila e Cunene. In: Moreira I. (org.) *Angola. Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural*, ISAPress. Lisboa, vol. I, p. 497-515.
- Dias, J.C.S.; Moreira, T.; Costa, A.V. e Ucuassapi, A.P. (2006) - Acerca da fertilidade dos solos de Angola II. Elementos sobre a fertilidade de importantes agrupamentos de solos das Províncias do Bengo, Cuanza Sul, Benguela, Huambo, Bié, Moxico, Huila e Cunene. In: Moreira, I. (org.) *Angola. Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural*, ISAPress. Lisboa, vol. I, p. 497-515.
- Dovala A.C. e Monteiro A. (2013) – Controlo químico de *Striga asiatica* por recurso a sementes revestidas de milhos híbridos resistentes ao imazapir. *Revista de Ciências Agrárias*, Vol. 36, n. 4, p. 466-474.
- Dovala A.C. e Monteiro A., Tomás, A.A. e Moreira, I. (2006) - *Striga* na cultura do milho em Angola. Controlo da planta-parasita com adubações azotadas e com a consociação milho-*Desmodium* spp. In: Moreira I. (org.) *Angola. Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural*. ISAPress. Lisboa, vol. II, p. 141-160.
- FAO (2005) - Grassland and Pasture Crops. *Desmodium intortum* (Mill.) e *Desmodium uncinatum* (Jacq.) DC.. Urb. Acedido em 5 de Dezembro de 2005, em <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/pasture/pasture.html>.
- Gurney, A.L.; Press, M.C. e Scholes, J.D. (2002) - Can wild relatives of sorghum provide new sources of resistance or tolerance against *Striga* species? *Weed Research*, vol. 42, n. 4, p. 317-324.
- Gurney, A.L.; Grimanelli, D.; Kanampiu, F.; Hoisington, D.; Scholes, J.D. e Press, M.C. (2003) - Novel sources of resistance to *Striga hermonthica* in *Tripsacum dactyloides*, a wild relative of maize. *New Phytologist*, vol. 160, n. 3, p. 557-568.
- Haussmann, B.I.G.; Parzies, H.K.; Presterl, T.; Susic, Z. e Miedaner, T. (2004) - Plant genetic resources in crop improvement (Review Article). *Plant Genetic Resources – Characterization and Utilization*, vol. 2, n. 1, p. 3–21.
- Hooper, A.M.; Hassanali, A.; Chamberlain, K.; Khan, Z. e Pickett, J.A. (2009) - New genetic opportunities from legume intercrops for controlling *Striga* spp. parasitic weeds. *Pest Manag Sci.*, vol. 65, n. 5, p. 546-52.
- Khan, Z.R.; Pickett, J.A.; Wadhams, L.J e Muyekho, F. (2001) - Habitat management strategies for the control of cereal stembores and *Striga* in maize in Kenya. *Insect Science and its Application*, vol. 21, n. 4, p. 375-380.
- Khan, Z.R.; Hassanali, A.; Overholt, W.; Khamis, T.M.; T.M.; Hooper, A.M.; Pickett, J.A.; Wadhams, L.J e Woodcock, C.M. (2002) - Control of witchweed *Striga hermonthica* by intercropping with *Desmodium* spp., and the mechanism defined as allelopathic. *J Chem Ecol.*, vol. 28, n. 9, p. 1871-1885.
- Kifuko-Koech, M.; Pypers, P.; Okalebo, J.R.; Othieno, C.O.; Khan, Z.R.; Pickett, J.A.; Kipkoech, A.K. e Vanlauwe, B. (2012) - The impact of *Desmodium* spp. and cutting regimes on the agronomic and economic performance of *Desmodium*-maize intercropping system in western Kenya. *Field Crops Research*, vol. 137, n. october, p. 97-107.
- Maiti, R.K.; Ramaiaah, K.V.; Bisen, S.S. e Chidley, V.L. (1984) - A comparative study of the haustorial development of *Striga asiatica* (L.) Kuntze on *Sorghum* cultivars. *Annals of Botany*, vol. 54, n. 4, p. 447-457
- Musambasi, D., Chivinge, O.A., Bunya, D.R. & Mabasa S. (2005) -The role of different component crops grown in association with maize and their residues in controlling *Striga asiatica* (L.) Kuntze in Zimbabwe. *Crop Research*, vol. 29, n. 1, p. 47-55.
- Mumera, L.M. e Below, F.E. (1993) - Role of Nitrogen in Resistance of *Striga* Parasitism of Maize *Crop Science*, vol. 33, n. 4, p. 758-763.
- Odhambo, J.; Vanlauwe, B.; Tabu, I.; Kanampiru, F. e Khan, Z. (2011) - In Vitro Selection of Soybean Accessions for Induction of Germination of *Striga hermonthica* (Del.) Benth Seeds and Their Effect on *Striga hermonthica* Attachment on Associated Maize. In: Bationo, A.; Waswa, B.; Okeyo, J.M.; Maina, F. e Kihara, J.M. (Eds.) - *Innovations as Key to the Green Revolution in Africa*. Springer Netherlands, p 365-372
- Raposo, J.A. e Franco, E.P.C. (1999). Os solos de Angola. Distribuição, Representatividade e Características dos Agrupamentos Principais de Solos Definidos Segundo a Legenda da Carta p. de Solos do Mundo (FAO/UNESCO). *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 22, n. 4, p. 39-49.
- Scholes, J.D. e Press, M.C. (2008) *Striga* infestation of cereal crops - an unsolved problem in resource limited agriculture. *Curr. Opin. Plant Biol.*, vol. 11, n. 2, p. 180 –186.
- Yoshida, S. e Shirasu, K. (2009) - Multiple layers of incompatibility to the parasitic witchweed, *Striga hermonthica*. *New Phytol.*, vol. 183, n. 1, p. 180 – 189.



Foto 1. Ensaio com *Tripsacum laxum* em vasos. Obs. por Prof. Arlindo Lima.



Foto 2. Vaso ao fundo: Plantas de milho e de *S. asiatica* mortas. Vaso frontal: Plantas de *T. laxum* e *S. asiatica* continuam verdes.



Foto 3. Ensaio de campo. Milho em parcelas antes cultivadas com milho revestido (Imazapir) e *T. laxum*.



Foto 4. Ensaio de campo. Consociação: milho, capim guatemala (*T. laxum*).



Foto 5. Ensaio de campo, consociação: milho, *Desmodium*, sem azoto e fósforo.



Foto 6. Cacimbo. Ensaio de campo, consociação: milho, *Cajan cajanus* (sempre verde), *Clotalaria*.

Figura 3. Aspectos particulares dos ensaios de consociação, em estufa e campo.

4.3 Influência do azoto amoniacal na emergência de Striga asiatica em milho (Planalto Central de Angola)

Revista de Ciências Agrárias 2014, 37(1): 90-100

Influência do azoto amoniacal na emergência de *Striga asiatica* em milho (Planalto Central de Angola)

Nitrogen effect on *Striga asiatica* emergence in maize (Planalto Central of Angola)

António Chicapa Dovala¹ e Ana Monteiro²

¹ Instituto de Investigação Agronómica, Caixa Postal 406, Chianga, Huambo, Angola

² Centro de Botânica Aplicada à Agricultura, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal. E-mail: anamonteiro@isa.ulisboa.pt, author for correspondence

Recebido/Received: 2013.11.07

Aceitação/Accepted: 2013.12.10

RESUMO

Os objetivos do trabalho consistiram em avaliar o efeito do azoto na emergência da infestante parasita *Striga asiatica* e no rendimento do milho (*Zea mays*) SAM3 ('Sintético Amarelo Maria', 3^a geração). Foram desenvolvidos ensaios em explorações de agricultores infestadas e não infestadas pela parasita, com diferentes teores de azoto, forma amoniacal, entre 2008 e 2010, na Chianga, Huambo. Os ensaios foram delineados em blocos casualizados, com quatro repetições, nas seguintes modalidades: testemunha sem azoto (Nzero), 30 (N30), 60 (N60), 90 (N90), 120 (N 120) kg N/ha.

Adubação azotada apresentou um efeito positivo e altamente significativo no que concerne à altura das plantas de milho, no número de espigas e produção de grão. O número de plantas de *Striga* por m² diminuiu com o aumento da dose de azoto. Verificaram-se diferenças altamente significativas entre a testemunha e todas as modalidades de azoto e também entre estas. Adições de azoto iguais ou superiores a 90 unidades por hectare inibiram quase totalmente a emergência da planta parasita. Verificou-se uma correlação negativa (inversa) altamente significativa entre o número de espigas e o número de plantas de *S. asiatica* por metro quadrado. Conclusão, o aumento da fertilidade dos solos, especialmente o teor de azoto, implica aumentos no rendimento do milho e diminui a emergência da planta parasita *Striga asiatica*.

Palavras-chave: *Zea mays* L., azoto, infestante, planta parasita, gestão de infestantes

ABSTRACT

Influence of different levels of nitrogen fertilizer on maize to control *Striga asiatica* in maize (*Zea mays* cv. SAM3) was studied in farmer's fields, Chianga, Huambo, between 2008 to 2010. The experiment was laid out in complete randomized design with 4 repetitions. Nitrogen levels were: (0 (Nzero), 30 (N30), 60 (N60), 90 (N90), 120 (N 120) kg N/ha). Results showed that soil nitrogen addition had a significant and positive effect on maize height, ear number and yield. *S. asiatica* plants per m² decreased with nitrogen increase dose and N(90) induced highest suicidal germination of *Striga*. A significant and negative correlation between the number of *S. asiatica* and the number of maize ears was observed. Conclusion, increasing soil fertility, especially soils nitrogen content, give high crop yields and contribute to decreased *S. asiatica* emergence.

Key words: *Zea mays* L., nitrogen, weed, parasitic plant, weed management

Introdução

Indiscutivelmente, o milho é uma das principais culturas alimentares em África. A falta de milho significa ausência de comida para a grande maioria das populações deste Continente. Todavia, a sua produtividade atual é baixa, aproximadamente 1800 kg/ha (Abate *et al.*, 2012), em comparação com o seu potencial genético. No caso de Angola, os rendimentos são muito baixos, cerca de 600 kg/ha (Dovala *et al.*, 2006; Henriques, 2008; Henriques *et al.*, 2010a; Henriques *et al.*, 2010b; Dovala e Monteiro, 2013), devido à ocorrência de infestantes, doenças, pragas, incluindo pássaros, e danos provocados por agentes abióticos.

A baixa fertilidade dos solos, especialmente as deficiências de azoto (N) e fósforo (P), está reconhecida como uma das principais causas biofísicas para o declínio da produção alimentar per capita na África subsaariana (Sanchez e Jama, 2002). Do ponto de vista agronómico, entre os constrangimentos mais importantes para a sua produção estão apontados a seca, a baixa fertilidade dos solos e a incidência de *Striga* (Mkhabela e Pali-Shikhulu, 2001; Parker, 2009; Cardoso *et al.*, 2011; Atera *et al.*, 2011; 2012; 2013). Kabambe *et al.* (2008) referiram que a presença de plantas de *Striga* é um indicativo ou sinal de baixa fertilidade ou de solos depauperados. É de salientar que o milho não é nativo de África, por isso a sua tolerância/resistência às ervas daninhas e particularmente à infestantes parasitas, caso de *Striga*, é muito fraca (Buckler e Stevens, 2006).

O azoto exerce grande influência no crescimento e vigor das plantas de milho e, conseqüentemente, na formação, número e tamanho de espigas (Cassman *et al.*, 2002; Veen, 2007). O milho necessita de azoto e fósforo logo após a germinação para a formação do caule, folhas e estruturas reprodutivas, inflorescências femininas (espigas) e masculinas (panícula). De acordo com Jones (1985), a carência de azoto entre a segunda e sexta semana após a sementeira afeta negativamente o rendimento potencial. Todavia, as necessidades de azoto são maiores antes da formação das estruturas reprodutivas. Aplicações de azoto em cobertura asseguram que o fertilizante estará disponível durante o período de maior exigência. Perante infestações de *Striga* a sua falta pode limitar as colheitas incluindo o aborto das cariopses (Pieterse e Pesch, 1983). O milho cultivado em solos com baixa fertilidade é mais vulnerável à *Striga* do que em solos com boa fertilidade (Sauerborn *et al.*, 2007; Manyong *et al.*, 2008; Badu-Apraku *et al.*, 2010; De Groote *et al.*, 2010; Cardoso *et al.*, 2011; Reinhardt e Tesfamichael, 2011).

Em África, há mais de 50 anos que se desenvolvem programas para encontrar métodos expeditos de gestão de *Striga*, em particular práticas agronómicas (Parker, 2012). A espécie *Striga asiatica* (L.) Kuntze, ou pequeno-feiticeiro, é uma infestante parasita que ataca milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), e “massango” (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). Os prejuízos causados pela planta parasita no rendimento do milho podem variar entre 15 e 100% (Ransom *et al.*, 2012). Hassan *et al.* (1995) consideraram que plantas parasita do género *Striga* podem reduzir os rendimentos quase a zero e provocar o abandono dos respetivos campos pelos pequenos agricultores. As perdas dependem do grau de infestação por *Striga*, da fertilidade do solo, das condições climáticas e do genótipo do milho (Abunyewa e Padi, 2003; Oswald e Ramsom, 2004).

Parker (1983) referiu-se que várias espécies de *Striga* foram reconhecidas como plantas-parasita muito severas, no longínquo ano de 1900, na Índia e na África. Na década de cinquenta a espécie *S. asiatica* foi introduzida nos EUA. Burt-Davey (1905), na África Austral, descreveu capins-feiticeiros nas “Notas de Botânica do Gazeta Agrícola do Transvaal” reconhecendo-as como espécies de plantas-parasita. Diversos trabalhos sobre métodos de controlo, incluindo práticas agronómicas e culturais, como por exemplo, o uso de adubos e rotações foram referidos por Pearson (1913). Trabalhos de investigação subsequentes evidenciaram que as rotações, as culturas-armadilha, designadamente sorgo e capim-Sudão, bem como adubos azotados à base de nitratos conduziam a resultados satisfatórios no controlo de *Striga* (Timson, 1981).

Na realidade, tudo indica que os solos degradados cuja fertilidade natural é muito reduzida, especialmente pobres em azoto, com baixos teores em matéria orgânica e capacidade de retenção de água, estão associados diretamente às fracas colheitas de cereais e estimulam o poder de germinação de *Striga*, a sua floração e produção de sementes, assim como prolongam a sua viabilidade no solo (Gacheru e Rao, 2001; Abunyewa e Padi, 2003; Sjögren *et al.*, 2010).

Diversos trabalhos realizados no Quênia (Mumera e Below, 1993, 1996) e na Nigéria (Kim e Adetimirin, 1997) referem que, dependendo do nível de fertilidade natural do solo, doses de azoto de 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ foram eficazes no controlo de *Striga*. Porém, Kim *et al.* (1997) indicaram doses de azoto entre 120 e 280 kg/ha para o mesmo efeito. Berner *et al.* (1997) também recomendaram doses de aplicação relativamente baixas, situados entre 60-90 kg de azoto por hectare. Esilaba *et al.* (2000) reportaram a minimiza-

ção de emergência de *Striga* com 120 kg ha⁻¹ de azoto. Oswald *et al.* (2002) sugerem que doses elevadas de azoto são indicadas para os solos arenosos e para severas infestações de *Striga*, enquanto as doses baixas para solos relativamente férteis. Farina *et al.* (1985) referiram que doses de 60, 120 e 180 kg/ ha⁻¹ de azoto (N) reduziram significativamente a incidência de *S. asiatica*, na cultura do milho, na África do Sul. No mesmo país, Reinhardt e Tesfamichael (2011), registaram altos rendimentos e nula emergência de *Striga* com doses de 100 kg/ ha⁻¹ de azoto, em consociação de sorgo com *Desmodium*. Para a obtenção de resultados satisfatórios deve-se ter em conta a época, forma e método de aplicação do azoto e fertilidade do solo (Vetsch e Randall, 2004). No que respeita à época, um terço da dose deve ser aplicada na sementeira e a outra parte em cobertura. Assim, todo o trabalho que visa o controlo de *Striga* deve começar por formular o problema do aumento da fertilidade do solo ou da recuperação do seu fundo natural de fertilidade, sendo as adubações azotadas as que mais têm sido referenciadas para o efeito (Ikile *et al.*, 2007; Duflo *et al.*, 2008; Hearne, 2009; De Groote *et al.*, 2010; Sjögren *et al.*, 2010; Gacheru e Rao, 2001; Jamil *et al.*, 2012). A forma rápida de fornecer azoto é a partir de fertilizantes minerais. Deste modo, no Planalto Central e não só, as adubações químicas são indispensáveis tendo em vista a resolução simultânea do problema da pobreza dos solos e das infestações de *Striga*. Nesta perspetiva, foram desenvolvidos dois ensaios, dois em parcelas infestadas por *S. asiatica*, para avaliar o efeito de diferentes teores de azoto, forma amoniacal, na emergência da parasita e no rendimento do milho e, um terceiro, numa parcela sem a presença da infestante, para avaliar o efeito de diferentes teores de azoto apenas no rendimento do milho, sempre com a cv. SAM3'.

Materiais e Métodos

Os ensaios foram instalados em três parcelas duma exploração particular situada a 3 km a norte da Chianga, 10 km a nordeste da cidade do Huambo, capital da província com o mesmo nome, latitude 12° 44'S e longitude 15° 50' E, 1 750 m de altitude. O solo está classificado como ferralítico, é arenoso com um pH (H₂O) 5,2 (análise efetuada no Laboratório de Solos do IIA e Laboratório de Análise de Solos da Universidade de Hawaii - EUA, comunicação pessoal). Nas parcelas infestadas por *S. asiatica* a densidade média da parasita foi de 25 plantas m⁻² nos últimos cinco anos.

O clima da região é tropical com uma temperatura média anual de 19 °C e temperaturas mínimas muito acentuadas, nos meses de cacimbo (Maio a Agosto), com céu limpo, elevada evapotranspiração potencial e reduzido grau higrométrico do ar durante o dia. A humidade relativa média anual é inferior a 80%. A precipitação média é de 1 400 mm em todo o Planalto Central e concentrada no período de Outubro a Abril, com intercalação dum curto período seco. Frequentemente, as quedas pluviométricas ocorrem com extrema violência, provocando fenómenos erosivos bastante graves em todos os solos desnudados, em especial nos ocupados com culturas que obrigam à tomada de medidas de defesa contra a erosão. O verdadeiro período seco vai de Maio a Setembro, registado na Estação Meteorológica da Chianga (Quadro 1).

Os ensaios foram delineados em blocos casualizados no que concerne ao fator adubação azotada de cobertura com as seguintes modalidades – testemunha sem azoto (Nzero), quer na adubação de fundo quer de cobertura, e com três (1º ensaio) ou quatro (2º ensaio) modalidades de adubação de cobertura, 30 (N30), 60 (N60), 90 (N90), 120 (N 120) kg/ ha, - com quatro repetições. Todas as modalidades azotadas beneficiaram ainda de uma adubação de fundo com um adubo composto com 12% de azoto, 24% de fósforo e 12% de potássio, abreviadamente NPK 12:24:12, na dose de 300 kg/ha. A modalidade testemunha não levou nenhuma unidade de azoto para representar a situação corrente praticada pelos agricultores. Escolheu-se a variedade de milho (*Zea mays* L.) SAM3 ('Sintético Amarelo Maria', 3ª geração), por ser a mais usada na região.

Cada parcela constava de cinco linhas com 5 m de comprimento, e um compasso de 0,75 x 0,25 m (área da parcela = 18,75 m²), 42 plantas por linha, o que corresponde a 112 000 plantas de milho por hectare. Os blocos e as parcelas estavam separados entre si por intervalos de 1,5 m. As medições foram efetuadas nas três linhas centrais. A sementeira do ensaio de 2008/09 foi efectuada a 29 de Novembro e a dos ensaios de 2009/2010 a 23 de Outubro de 2009. A emergência do milho teve início sete dias depois da sementeira tendo continuado até ao décimo quinto dia. A colheita foi efetuada cinco meses após a sementeira, isto é, a 8 de Maio de 2009 e a 5 de Abril de 2010, respectivamente. Antes da sementeira procedeu-se a uma lavoura com uma charrua de discos acoplada a um trator de 80 HP e duas gradagens cruzadas. Na véspera da sementeira foi ainda realizado o destorroamento com enxadas, a assim como a limpeza de todo o raizame remanescente. A fertilização de fundo e a sementeira

Quadro 1 – Precipitação mensal (mm) registada na Chianga, Huambo, no período de 2008-2012 (Posto Meteorológico da Chianga).

Ano Mês	2008	2009	2010	2011	2012
Janeiro	97,4	182,0	208,0	94,9	204,2
Fevereiro	195,2	277,1	204,3	360,3	331,3
Março	292,6	288,3	256,9	267,9	195,7
Abril	107,9	123,5	199,2	136,5	15,1
Maio	58,9	40,5	23,8	1,6	0
Junho	0	0	0	0	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	2,8
Setembro	0	47,2	5,9	0	-
Outubro	119,5	109	91,9	62	-
Novembro	328,1	209,6	243,7	162	-
Dezembro	193,5	209,9	276,3	190,4	-
Total do ano	1393,1	1487,1	1510,0	1375,6	749,1

foram realizados no mesmo dia, manualmente. Na fertilização de fundo e na sementeira adotaram-se os procedimentos referidos por Abunyewa e Padi (2003) e Mumera e Below (1993), com ligeiras alterações. O fertilizante distribuído superficialmente na linha foi incorporado antes do lançamento da semente.

Por cada covacho foram colocadas três sementes, deixando-se, ao desbaste - 45 dias após a sementeira -, duas plantas por covacho. Depois do desbaste, procedeu-se à aplicação do sulfato de amónio a 21% N, nas doses previamente estabelecidas. No final da distribuição, de imediato, o adubo foi incorporado no solo, tendo sido realizada em simultâneo a sacha e amontoa, para reduzir ao mínimo a intervenção nas parcelas para que a emergência das plantas de *Striga* não sofresse qualquer perturbação. Depois da primeira sacha, o campo de ensaio foi mantido limpo de outras infestantes do milho através de mondas manuais. Uma vez que a cultura decorreu no período de chuvas não foi necessário irrigar. Cinco meses após a sementeira, as três linhas centrais do milho foram colhidas. Concluída a colheita, o milho foi submetido à secagem durante uma semana, ao ar livre. Posteriormente efetuaram-se as pesagens do grão das áreas úteis de cada parcela.

Após colheita e secagem foram feitas as pesagens da produção de grão por hectare da cultura. No primeiro ensaio procedeu-se ainda à percentagem de emergência do milho, à altura do caule até ao ponto de inserção da espiga e ao número de espigas. A medição da altura do caule até ao ponto de inserção da espiga foi iniciada aos 100 dias após a sementeira, isto é, quando mais de 50% de plantas das parcelas azotadas apresentavam flores.

Nos dois ensaios, a contagem do número de plantas de *Striga* por metro quadrado e por modalidade realizou-se na 13ª semana após a sementeira do milho, época do ciclo vegetativo da cultura em que não ocorrem, em geral, mais emergências da planta parasita na região.

Análise de dados

Todos os dados foram tratados estatisticamente através da análise de variância a um fator, ANOVA, com um nível de significância de 5%, algumas variáveis foram correlacionadas, recorrendo ao programa estatístico STATIX 9.

Resultados e Discussão

Os resultados sobre a influência da aplicação de azoto na emergência, crescimento, formação de espigas e rendimento do milho (*Zea mays* L. cv. 'SAM3') e número de plantas de *Striga asiatica* por m² sem e com 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de azoto obtidos no ensaio realizado em 2008 apresentam-se no Quadro 2. Verificou-se que a adição de azoto ao solo não teve efeito significativo na emergência do milho. A emergência rondou os 88% quer nas modalidades azotadas quer na modalidade testemunha (Nzero). Isto significa que tanto o adubo como a presença de sementes de *Striga asiatica* no banco de germoplasma do solo parecem não influenciar a emergência do milho. Todavia a adubação azotada apresentou um efeito positivo e altamente significativo no que concerne à

altura das plantas de milho, até ao ponto de inserção da espiga e na formação de espigas (Quadro 2). Nas três modalidades azotadas, a altura das plantas e o número de espigas duplicou em comparação com a testemunha. Não se verificaram diferenças entre as três modalidades com azoto. Porém, é de salientar que no presente ensaio se verificou um ligeiro atraso na maturação das espigas da modalidade com 90 kg ha⁻¹ de N em relação às outras modalidades.

Relativamente à produtividade registaram-se diferenças altamente significativas entre as quatro modalidades (Quadro 2). A testemunha com uma produção de apenas 150 kg ha⁻¹ é alarmante. Apesar do número quase igual de espigas nas três modalidades adubadas verificou-se uma variação significativa no peso do grão. As produções situaram-se entre 1000 a 1800 kg ha⁻¹. No Quadro 2 observa-se também variação das produções entre as modalidades.

Constata-se que o número de espigas é diretamente proporcional ao peso em grão, na modalidade testemunha, onde a produção por hectare foi inferior a 200 kg. Perante infestações de *Striga*, esta é a realidade das colheitas naquela localidade e na região, no sector camponês.

A modalidade N30 (30 kg ha⁻¹ de azoto) apresentou uma produção inferior (1100 kg ha⁻¹), em relação às modalidades azotadas N60 e N90, no entanto, aumentou substancialmente a produção em relação à testemunha, o que é explicado pela dupla aptidão do azoto em elevar o nível de fertilidade do solo e de controlar *Striga* (Drennan e El Hiweris, 1979); Manyong *et al.*, 2008; Sjögren *et al.*, 2010; Reinhardt e Tesfamichael, 2011). O azoto reduz a produção, pelo hospedeiro, de estimulantes indutores da germinação de *Striga asiatica* e promove o seu desenvolvimento vegetativo (Gacheru e Rao, 2001).

Por vezes, doses elevadas de zoto, em particular quando este é aplicado sob a forma de sulfato de amónio, podem levar à morte de algumas plantas, pois com esta forma azotada há um aumento do nível de acidez dos solos (Barak *et al.* 1997; Lungu *et al.* 2008)

Por outro lado, o excesso de azoto também pode aumentar a matéria verde em detrimento da formação do grão, podendo muitas vezes causar a acama das plantas de milho. Estas são as razões plausíveis que justificam o facto da produção obtida com a dose de 90 kg ha⁻¹ de azoto ser inferior à de 60 kg ha⁻¹. Salienta-se ainda que todas as formulações de adubo azotado têm efeitos inibidores na emergência de *Striga asiatica*, com destaque para a ureia (Ikke *et al.*, 2007).

O número de espigas por unidade de área decresceu com o número de plantas de *S. asiatica*. Neste estudo verificou-se que o efeito foi mais depressivo quando a densidade da planta parasita era superior a 8-10 plantas m⁻² (Quadro 2). Embora se tenham registado plantas da parasita nas parcelas adubadas (9, 5 e <2 plantas m⁻², nas modalidades N30, N60 e N90, respetivamente), a sua presença não afetou com tanta gravidade a formação de espigas. A disponibilidade de azoto parece que atenuou os efeitos devidos ao parasitismo. Berner *et al.* (1995) referiram que o aumento da dose de azoto pode não ter um efeito direto sobre controlo de *Striga asiatica* mas tem outros benefícios como, por exemplo, o aumento do rendimento. No ensaio realizado em 2009, em solo com e sem a presença da parasita e nas modalidades sem azoto e com 12, 30, 60, 90 e 120 kg/ha de azoto (Fig. 1), a adubação azotada induziu igualmente um aumento altamente significativo do rendimento do milho cv. 'SAM3', quer em solo infestando por *S. asiatica* (23 ± 2 plantas m⁻², na testemunha) quer na ausência total da parasita. Mas os aumentos no rendimento do milho foram sempre significativamente superiores na ausência da parasita, por exemplo sem azoto, testemunha, o rendimento do milho foi de 82 ± 8,8 kg ha⁻¹ nas parcelas infestadas e 218 ± 46,9 kg ha⁻¹ na ausência da infestante (Fig. 1). Ou seja, verificou-se uma correlação altamente positiva entre a adição de azoto e o rendimento do milho (Fig. 2). Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Henriques *et al.* (2010b), que verificaram um incremento nos benefícios *vs.* custo para a adubação azotada.

Quadro 2 – Influência da aplicação de azoto na emergência, crescimento, formação de espigas e rendimento do milho (*Zea mays* L. cv 'SAM3') e no número de plantas de *Striga asiatica* por m², no ensaio de 2008. Nzero – Testemunha sem azoto; N30 – 30 kg ha⁻¹, N60 – 60 kg ha⁻¹ e N90 – 90 kg ha⁻¹ de azoto.

Azoto (kg/ha)	Emergência do milho (%)	Altura do milho até à espiga (cm)	Espigas (nº)	Rendimento (kg/ha)	<i>Striga asiatica</i> (nº pl/m ²)
Nzero	90,4 (2,21)	27,8 (3,38)	8,8 (0,96)	153,1 (10,5) d	14,8 (1,55) a
N30	90,3 (1,27)	66,3 (4,61)	21,4 (1,71)	1062,5 (128,8) c	9,2 (0,96) b
N60	87,1 (2,08)	72,5 (3,86)	21,9 (0,46)	1796,9 (138,2) a	4,8 (1,92) c
N90	89,0 (2,67)	63,4 (5,58)	21,4 (1,44)	1453,1 (71,4) b	1,4 (0,57) d
sig.	ns	***	***	***	***

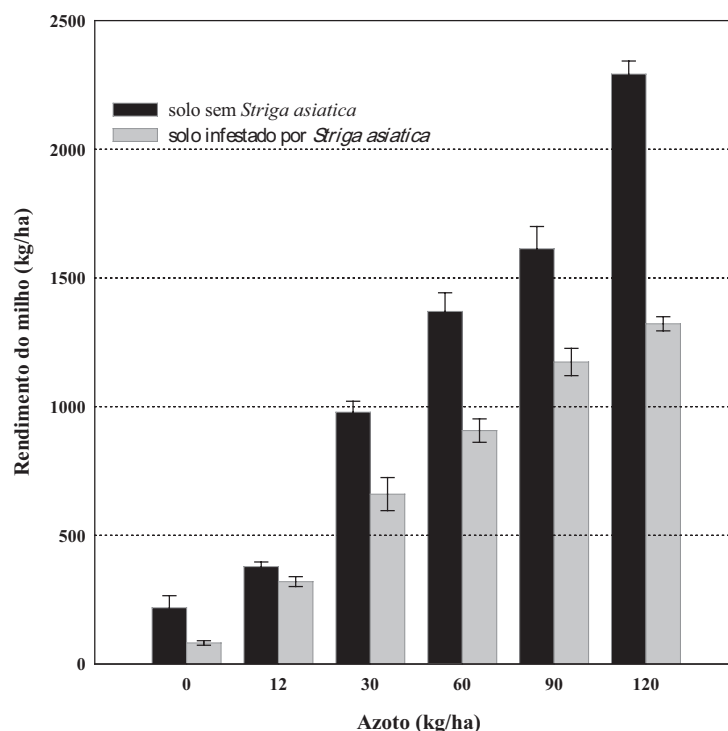


Figura 1 – Efeito da adubação azotada, ensaio de 2009, em solo infestado por *Striga asiatica* (23 ± 2 plantas m^{-2} , na testemunha, barras cinzentas) e na ausência total da parasita (barras a negro) no rendimento de *Zea mays* cv. ‘SAM3’.

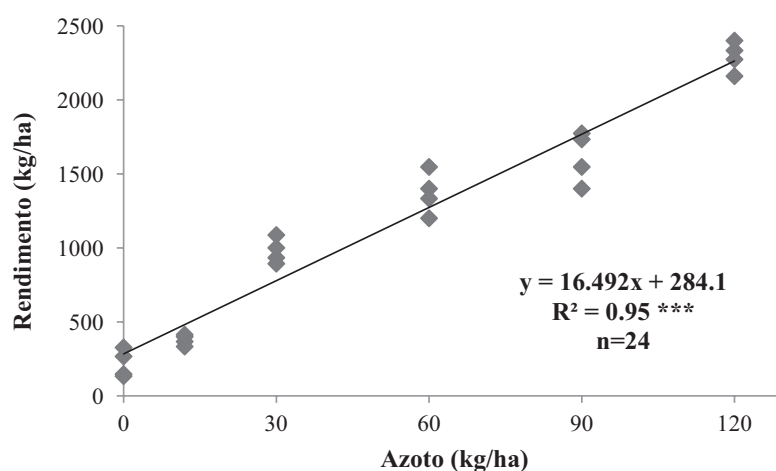


Figura 2 – Correlação entre a adição de azoto e o rendimento do milho na ausência de parasita.

O número de plantas de *Striga* por m^2 diminuiu com o aumento da dose de azoto (Quadro 2). Verificaram-se diferenças altamente significativas entre a testemunha, com cerca de 15 plantas m^{-2} e a dose de 90 $kg\ ha^{-1}$, à volta de 1 planta m^{-2} , e também se verificaram diferenças significativas entre as modalidades de azoto. Assim sendo, nove plantas m^{-2} foi a média para a dose de 30 $kg\ ha^{-1}$ de azoto e cerca de cinco plantas m^{-2} para 60 $kg\ ha^{-1}$ de azoto. Verificou-se uma correlação negativa (inversa) altamente significativa entre o número de espigas e o número de plantas de

S. asiatica por metro quadrado (Fig. 3). Estas diferenças tão significativas reforçam as recomendações que têm sido feitas em relação à aplicação de azoto na presença de infestações de *Striga* (Jacobs e Pearson, 1992; Lemcoff e Loomis, 1986; Mumera e Below, 1993; Kabambe *et al.*, 2007; Larsson, 2012).

No ensaio de 2009, a relação entre o número de plantas de *Striga* m^{-2} e a produção de grão por hectare ilustrada na Fig. 4, evidencia uma exponencial negativa altamente significativa, $P \leq 0,001$. A análise mostra que o efeito deletério da planta-parasita na

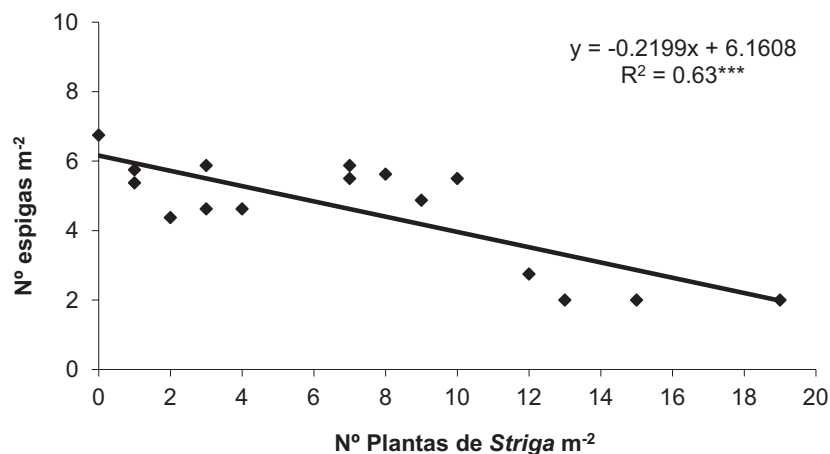


Figura 3 – Relação entre o número de plantas de *Striga* m⁻² e o número de espigas de milho por m⁻², observada no primeiro ensaio. *** $P \leq 0,001$.

produção do grão surge com menos de uma planta por metro quadrado. Esta observação sugere que um controlo mais eficaz da infestante na presença de adubações adequadas a cada situação ecológica poderia aumentar ainda mais a produtividade do milho.

De acordo com Gurney *et al.* (2000) se o parasitismo por *Striga* ocorrer cedo verificam-se efeitos severos na produtividade do milho. A *Striga* também influencia a fisiologia do hospedeiro implicando cariopses mais pequenas e menor acumulação de biomassa porque altera a distribuição de recursos e afeta a fotossíntese. Isto é, quer a densidade de infestação quer o teor de azoto no solo afetam o rendimento do milho.

Os resultados obtidos mostraram também o efeito altamente significativo no controlo da emergência da parasita pela adição de azoto (Fig. 4 e 5). O controlo da emergência da infestante aos aumentos de azoto foi do tipo logístico.

Na verdade, vários autores têm-se referido às adubações azotadas no controlo de *Striga* sp.. Drennan e El Hiweris (1979) afirmaram que a aplicação de azoto numa cultura infestada com *Striga* tinha dois efeitos. O primeiro era o aumento do crescimento da planta hospedeira e o segundo, ainda não muito bem explicado, o efeito deletério para a parasita.

Cardoso *et al.* (2011) referiram que a aplicação direta de fosfato pode reduzir a exsudação de strigolactona pelas raízes do hospedeiro, bem como a subsequente germinação e infestação de *Striga*.

No cômputo geral, estes resultados vão ao encontro dos que têm sido referidos por outros autores (Mumera e Below, 1993, 1996; Kim e Adetimirin, 1997); porém, com adubações mais equilibradas e completas (de N-P-K e micronutrientes) e aumento da matéria orgânica do solo, utilizando a mesma cultivar de milho (SAM3), poder-se-iam obter produções médias bem superiores.

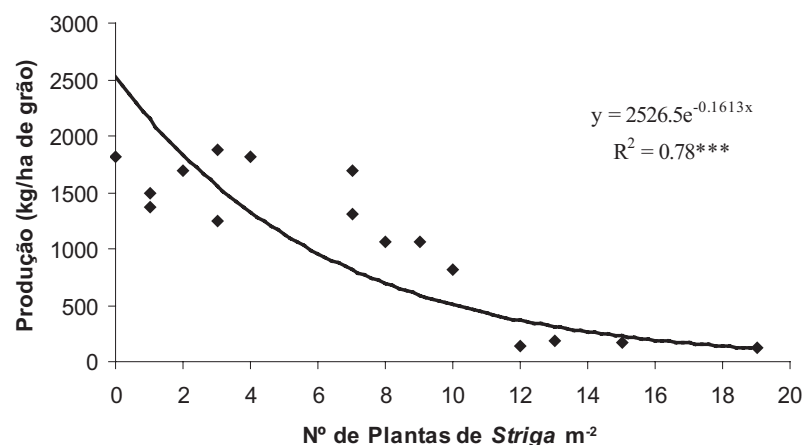


Figura 4 – Relação entre o número de plantas de *Striga* m⁻² e a produtividade do milho (*Zea mays* L. cv 'SAM3'), observada no segundo ensaio. *** $P \leq 0,001$.

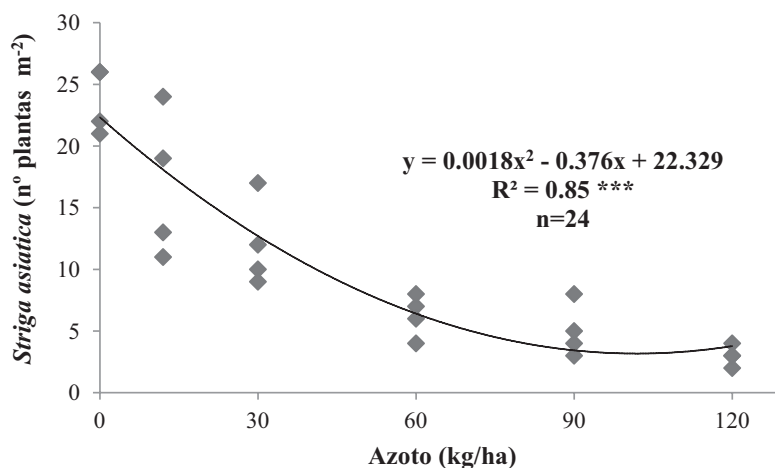


Figura 5 – Correlação entre a adição de azoto e a emergência da parasita *Striga asiatica*, observada no ensaio de 2009.

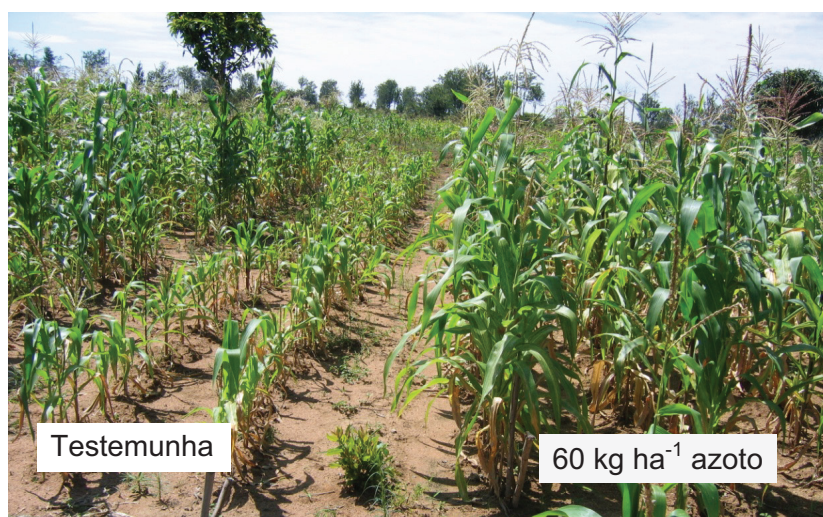


Figura 6 – Aspetto geral das modalidades testemunha (Nzero, esquerda) e N60 (direita).

Conclusões

Os resultados obtidos demonstram a importância da adição de azoto no aumento do rendimento do milho quer na ausência quer na presença da parasita *Striga asiatica*. Constatou-se que a combinação de uma adubação de fundo equilibrada, com a adição de azoto em cobertura afeta a emergência da planta parasita.

Referências bibliográficas

Abate, T.; Alene, A.D.; Bergvinson, D.; Shiferaw, B.; Silim, S.; Orr, A. e Asfaw, S. (2012) - Tropical grain legumes in Africa and South Asia: knowledge and opportunities. Nairobi, Kenya: International Crops Research Institute for the Semi-

-Arid Tropics. 112 pp. www.icrisat.org/tropical-legumesII.

Abunyewa, A.A e Padi, F.K. (2003) - Changes in soil fertility and *Striga hermonthica* prevalence associated with legume and cereal cultivation in the Sudan savannah zone of Ghana. *Land Degradation & Development*, vol. 14, n. 3, p. 335-343.

Atera, E.A.; Itoh, K. e Onyango, J.C. (2011) - Evaluation of ecologies and severity of *Striga* weed on rice in sub-Saharan Africa. *Agriculture and Biology Journal of North America*, vol. 2, n. 5, p. 752-760.

Atera, E.A.; Itoh, K.; Azuma, T. e Ishii, T. (2012) - Farmers' perception and constraints to the adoption of weed control options: the case of *Striga asiatica* in Malawi. *Journal of Agricultural Science*, vol. 4, n. 5, p. 41-50.

Atera, E.A.; Ishii, T.; Itoh, K.; Onyango, J.C. e Azuma, T. (2013) - *Striga* Infestation in Kenya: Sta-

- tus, Distribution and Management Options. *Sustainable Agriculture Research*, vol. 2, n. 2, p. 99-108.
- Badu-Apraku, B.; Akinwale, R.O. e Fakorede, M.A.B. (2010) - Selection of early maturing maize inbred lines for hybrid production using multiple traits under *Striga*-infested and *Striga*-free environments. *Maydica*, vol. 55, n. 1, p. 261-274.
- Barak, P.; Jobe, B.O.; Krueger, A.R.; Peterson, L.A. e Laird, D.A. (1997) - Effects of long-term soil acidification due to nitrogen inputs in Wisconsin. *Plant and Soil*, vol. 197, n. 1, p. 61-69.
- Berner, D.K.; Kling, J.G. e Singh, B.B. (1995) - *Striga* research and control - a perspective from Africa. *Plant Disease*, vol. 79, n. 7, p. 652-660.
- Berner, D.K.; Ikie, F.O. e Green, J.M. (1997) - ALS-inhibiting herbicide seed treatments control *Striga hermonthica* in ALS-modified corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, vol. 11, n. 4, p. 704-707.
- Buckler, E.S. e Stevens, N.M. (2006) - Maize Origins, Domestication, and Selection. In: Motley, T.J.; Zerega, N. e Cross, H. (eds.) - *Darwin's Harvest*. NY: Columbia University Press, p.67-90.
- Burt-Davey, J. (1905) - Botanical notes: Witchweed. *Transvaal Agricultural Journal*, vol. 3, p. 130.
- Cardoso, C.; Ruyter-Spira, C. e Bouwmeester, H.J. (2011) - Strigolactones and root infestation by plant-parasitic *Striga*, *Orobanch* and *Phelipanche* spp. *Plant Science*, vol. 180, n. 3, p. 414-420.
- Cassman, K.G.; Dobermann A. e Walters D.T. (2002) - Agroecosystems, nitrogen use efficiency, and nitrogen management. *Ambio*, vol. 31, n. 2, p. 132-40.
- De Groote, H.; Rutto, E.; Odhiambo, G.; Kanampiu, F.; Khan, Z.; Coe, R. e Vanlauwe, B. (2010) - Participatory evaluation of integrated pest and soil fertility management options using ordered categorical data analysis. *Agricultural Systems*, vol. 103, n. 5, p. 233 - 244.
- Dovala, A.C., Monteiro, A., Tomás, A.A. e Moreira, I. (2006) - *Striga* na cultura do milho em Angola. Controlo da planta-parasita com adubações azotadas e com a consociação milho-*Desmodium* spp. In: Moreira I. (org.) *Angola. Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural*. ISAPress. Lisboa, vol. 2, p. 141-160.
- Dovala, A.C. e Monteiro A. (2013) - Controlo químico de *Striga asiatica* por recurso a sementes revestidas de milhos híbridos resistentes ao imazapir. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 36, n. 4, 466-474.
- Drennan, D.S.H. e El Hiweris, S.O. (1979) - Changes in growth regulating substances in *Sorghum vulgare* infected by *Striga hermonthica*. In: Raleigh RC, (ed.) - Proceeding of the second symposium of parasitic weeds. North Carolina State University, p. 144 - 155.
- Duflo, E.; Kremer, M. e Robinson, J. (2008) - How High Are Rates of Return to Fertilizer? Evidence from Field Experiments in Kenya. *American Economic Review*, vol. 98, n. 2, p. 482-488.
- Esilaba, A.O.; Reda, F.; Ransom, J.K.; Bayu, W.; Woldewahid, G. e Zemichael, B. (2000) - Integrated nutrient management strategies for soil fertility improvement and *Striga* control in northern Ethiopia. *African Crop Science Journal*, vol. 8, n. 4, p. 403-410.
- Farina, M.P.; Thomas P.E.L. e Channon P. (1985) - Nitrogen, phosphorus and potassium effects on the incidence of *Striga asiatica* (L.) Kutze in maize. *Weed Research*, vol. 25, n. 6, p. 443-447.
- Gacheru, E. e Rao, M.R. (2001) - Managing *Striga* infestation on maize using organic and inorganic nutrient sources in western Kenya. *International Journal Pest Management*, vol. 47, n. 3. p. 233-239.
- Gethi, J.G.; Smith, S.E.; Mitchell, S.E.; Kresovich, Esilaba, A.O.; Reda, F.; Ransom, J.K.; Bayu, W.; Woldewahid G. e Zemichael, B. (2000) - Integrated nutrient management strategies for soil fertility improvement and *Striga* control in northern Ethiopia. *African Crop Science Journal*, vol. 8, n. 4, p. 403-410.
- Gurney, A.L.; Adcock, M.; Scholess, J.D. e Press, M.C. (2000) - Physiological processes during *Striga* infestation in maize and sorghum. In: Haussmann, B.I.G.; Hess, D.E.; Koyama, M.L. (Eds.) - Breeding for *Striga* resistance in cereals. Proceedings of a workshop held at IITA, Ibadan, Nigeria, 18-20 August 1999, Margraf Verlag, Weikersheim, Germany, p. 3-17.
- Hassan, R.; Ransom, J.K. e Ojiem, J.O. (1995) - The spatial distribution and farmers strategies to control *Striga* in Corn: survey results from Kenya. In: Jewell, D.C., Waddington, S., Rasom, J.K., Pixely, K. (Eds.), *Proceedings of the fourth Eastern and Southern Africa Regional Corn Conference CIMMYT*, Harare, Zimbabwe, p. 250-254.
- Hearne, S. J. (2009) - Control - the *Striga* conundrum. *Pest Management Science*, vol. 65, n. 5, p. 603 - 614.
- Henriques, I.C.F. (2008) - *Gestão de infestantes de culturas agrícolas em Angola. Casos de estudo - milho e batata na Província do Huambo*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. p. 224.
- Henriques, I.C.F.; Moreira, I. e Monteiro, A. (2010a) - Comportamento de cultivares de milho quanto ao rendimento e susceptibilidade a pragas e do-

- enças na província do Huambo (Angola). *Revista de Ciências Agrárias*, Vol. 33, n. 1, 245-254
- Henriques, I.C.F.; Moreira, I. e Monteiro, A. (2010b) - Efeito da fertilização azotada na cultura do milho na província do Huambo (Angola). *Revista de Ciências Agrárias*, Vol. 33, n. 1, 255-262.
- Ikie, F.O.; Schulz, S.; Ogunyemi, S.; Emechebe, A.M. e Togun, A.O. (2007) - Influence of legume cropping patterns and organic/inorganic soil amendments on *Striga* seedbank and subsequent sorghum performance. *Advances in Environmental Biology*, vol. 1, n. 1, p. 11-19.
- Jacobs, B.C e Pearson, C.J. (1992) - Pre-flowering growth and development of the inflorescences of maize. I. primordia production and apical dome volume. *J. Exp. Bot.*, vol. 43, n. 4, p. 557-563.
- Jamil, M.; Kanampiu, F.; Karaya, H.; Charnikhova T. e Bouwmeester, H. (2012) - *Striga hermonthica* parasitism in maize in response to soil fertility. *Field Crops Research*, vol. 134, n. 12, p. 1-10.
- Jones, C.A. (1985) - *C4 grasses and cereals: growth, development, and stress response*. John Wiley & Sons, Inc.; New York.
- Kabambe, V. H.; Kanampiu, F.; Nambuzi, S. C. e Kauwa, A. E. (2007) - Evaluation of the use of herbicide (Imazapyr) and fertilizer application in integrated management of *Striga asiatica* in maize in Malawi. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 2, n. 12, p. 687-691
- Kabambe, V.; Katunga, L.; Kapewa T. e Ngwira, A.R. (2008) - Screening legumes for integrated management of witchweeds (*Alectra vogelii* and *Striga asiatica*) in Malawi. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 3, n. 10, p. 708-715.
- Kim, S.K. e Adetimirin, V.O. (1997) - Responses of tolerant and susceptible maize hybrids to timing and rate of nitrogen under *Striga hermonthica* infestation. *Agronomy Journal*, vol. 89, n. 1, p. 38-44.
- Kim, S.K.; Lagoke, S.T.O. e The, C. (1997) - Observations on field infection by witch weed (*Striga* species) on maize in West and Central Africa. *International Journal of Pest Management*, vol. 43, n. 2, p. 113-121.
- Larsson, M. (2012) - *Soil fertility status and Striga hermonthica infestation relationship due to management practices in Western Kenya*. Master's Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil and Environment.
- Lemcoff, J.H. e Loomis, R.S. (1986) - Nitrogen influences on yield determination in maize. *Crop Science*, vol. 26, n. 5, p. 1017-1022.
- Lungu, O.I.M. e Dynoodt, R.F.P. (2008) - Acidification from Long-term Use of Urea and its Effect on Selected Soil Properties. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, vol. 8, n. 1, p. 63-76.
- Manyong, V.M.; Arega, A. D; Odhiambo, G.D.; Mignouna, H.D.; Bokanga, M.; Omany, G. e Nindi, S.J. (2008) - Livelihood Strategies of Resource-Poor Farmers in *Striga*-Infested Areas of Western Kenya. *African Association of Agricultural Economists (AAAE)*. 2nd International Conference, August 20-22, 2007, Accra, Ghana.
- Mkhabela, M.S. e Pali-Shikhulu, J. (2001) - Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen application in Swaziland. Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference 11- 15 February, 2001. p. 377-381.
- Mumera, L.M. e Below, F.E. (1993) - Role of Nitrogen in Resistance of *Striga* Parasitism of Maize *Crop Science*, vol. 33, n.4, p. 758-763.
- Mumera, L.M. e Below, F.E. (1996) - Genotypic variation in resistance to *Striga* parasitism of maize. *Maydica*, vol. 41, n. 4, p. 255-262.
- Oswald, A. e Ransom, J.K. (2004) - Response of maize varieties to *Striga* infestation. *Crop Prot.*, vol. 23, n. 2, p. 89- 94.
- Oswald, A., Ransom, J.K., Kroschel, J. e Sauerborn, J. (2002) - Intercropping controls *Striga* in maize based farming systems. *Crop Prot.*, vol. 21, n. 5, p. 367-374.
- Parker, C. (1983) - *Striga*: analysis of past research and summary of the problem. In: Proceedings of the Second International Workshop on *Striga*, 5-8 Oct 1981, IDRC/ICRISAT, Ouagadougou, Burkina Faso. Patancheru, A.P. 502 324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. p. 145-158
- Parker, C. (2009) - Observations on the current status of *Orobache* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Sci.*, vol. 65, n. 5, p. 453-459.
- Parker, C. (2012). Parasitic Weeds: A World Challenge. *Weed Science*, vol. 60, n. 2, p. 269-276.
- Pearson, H.H.W. (1913) - The problem of the witchweed. South African Department of Agriculture. *Agricultural Journal*, vol. 4, p. 34.
- Pieterse, A.H. e Pesch, C.J. (1983) - The witchweeds (*Striga* spp.) - a review. *Abstracts on Tropical Agriculture*, vol. 9, p. 9-34.
- Ransom, J.K.; Kanampiu, F.; Gressel, J.; De Groote, H.; Burnet, M. e Odhiambo, G. (2012) - Herbicide Applied to Imidazolinone Resistant-Maize Seed as a *Striga* Control Option for Small-Scale African Farmers. *Weed Science*, vol. 60, n. 2, p. 283 - 289.
- Reinhardt, C.F. e Tesfamichael, N. (2011) - Nitrogen in combination with *Desmodium intortum* effectively suppress *Striga asiatica* in a sorghum-Desmo-

- dium* intercropping system. *J. Agr. Rural Develop. Trop. Subtrop.* Vol. 112, n. 1, p. 19–28.
- Sanchez, P.A. e Jama, B.A. (2002) - Soil fertility replenishment takes off in East and Southern Africa. In: Vanlauwe, B. *et al.* (Eds.) - *Integrated Plant Nutrient Management in sub-Saharan Africa: From Concept to practise*. CABI, Wallingford, UK, p. 23-46.
- Sauerborn, J.; Muller-Stover, D. e Hershenhorn, J. (2007) - The role of biological control in managing parasitic weeds. *Crop Protection*, vol. 26, n. 3, p. 246–254.
- Sjögren, H., Shepherd, K.D. e Karlsson, A. (2010) - Effects of improved fallow with *Sebania sesban* on maize productivity and *Striga hermonthica* infestation in Western Kenya. *Journal of Forestry Research*, vol. 21, n. 3, p. 379-386.
- Timson, S.D. (1981) - Witchweed. Progress report and a warning. *Rhodesia Agricultural Journal*, vol. 28, p. 1101-1111.
- Veen, R.J. (2007) - Influence of organic and mineral fertilizers on growth, yield and yield quality of maize intercropped with soybeans. *Plant Nutrition Research*, vol. 7, n. 6, p. 701 - 707.
- Vetsch, J.A. e Randall G.W. (2004) - Corn production as affected by nitrogen application timing and tillage. *Agronomy J.*, vol. 96, n. 2, p. 502 – 509.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES GERAIS

5 Conclusões Gerais

Apesar dos esforços do Investigador, de grande mérito, Engenheiro Agrónomo Fernando Marcelino, então Director do Instituto de Investigação Agronómica (IIA), o conhecimento e a gestão da planta parasita não evoluíram. Na década de 80 do século passado, disponibilizou literatura actualizada sobre *Striga* regularmente aos técnicos do antigo Departamento Científico de Fitossanidade do IIA e estudantes da Faculdade de Ciências Agrárias, distribuída pelo Instituto Internacional de Investigação das Culturas das Regiões Semiáridas Tropicais (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropicals, ICRISAT). Outrossim, em 1994, o Engenheiro Agrónomo Agostinho Tchivange Nungulu havia beneficiado de formação sobre *Striga*, organizada pelo ICRISAT e financiada pela FAO, em Niamey, no Níger e, no entanto, até à presente data a percepção de ocorrência de *Striga* é baixa, nos meios académicos e profissionais, com excepção dos pequenos agricultores, verdadeiro grupo mais atingido pela pandemia de *Striga*.

5.1 Identificação e distribuição do género *Striga* em Angola

Por recurso a métodos de taxonomia clássica, e com base em 349 espécimes do género *Striga* provenientes de Angola, disponíveis em herbários e recolhidos recentemente nos inventários de campo, foi possível identificar 11 espécies, *Striga aequinoctialis* A. Chev. ex Hutch. e Dalziel, *Striga asiatica* (L.) Kuntze, *Striga bilabiata* (Thunb.) Kuntze ssp. *bilabiata*, *Striga elegans* Benth., *Striga forbesii* Benth., *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke, *Striga hermonthica* (Delile) Benth., *Striga hirsuta* Benth., *Striga linearifolia* (Schumacher e Thonn.) Hepper, *Striga macrantha* (Benth.) Benth. e *Striga strigosa* R.D. Good *synom.* de *Striga angolensis* K.I. Mohamed e Musselman.

Dos 15 descritores morfológicos utilizados na identificação dos táxones foram os descritores florais nº de nervuras do cálice, comprimento do tubo do cálice (mm), comprimento do dente/lobo (mm), comprimento do tubo da corola (mm), e

relações florais, relação comprimento do tubo da corola / comprimento total do cálice e morfológicas, relação comprimento da folha / comprimento do entrenó – os que mais contribuem para distinguir as espécies do género *Striga* existentes em Angola.

No que concerne à distribuição das espécies identificadas, verifica-se que a maior diversidade de espécies ocorre nas províncias de Bengo, Cuanza Norte, Malange, Lunda Sul, Cuanza Sul, Huambo, Bié, Benguela, Huila, Namibe, Cunene e Cuando Cubango. Nas províncias de Cabinda, Zaire, Uíge não foram encontrados registos da presença destas plantas-parasita.

Presentemente, *S. asiatica* é a espécie mais frequente e abundante, com grande abundância na região do Planalto Central e províncias adjacentes, prolongando-se até à província do Cunene. É de salientar, que a sua severidade aumenta na chamada zona tradicional da cultura do milho. A espécie *S. gesnerioides* tem ocorrido preferencialmente nas zonas semiáridas do litoral e sul.

5.2 Gestão e importância da parasita *Striga asiatica* em Angola

Os estudos relativos aos métodos de gestão da *S. asiatica* – consociação com diversas espécies de leguminosas e com a gramínea *Tripsacum laxum*, com diferentes teores de azoto e com imazapir, herbicida residual da família das imidazolinonas, evidenciaram que é possível aumentar o rendimento do milho e controlar a infestante parasita, quer diminuindo o seu banco de sementes no solo quer induzindo a emergência suicida.

Na ausência de uma cultura que sirva de hospedeiro adequado, o ciclo de vida de *Striga* e o número de sementes viáveis diminui gradualmente. Isto permite aos pousios e rotações com culturas armadilhas jogar um papel importante na redução de sobrevivência e esgotamento da semente de *Striga* no banco do solo.

Nos estudos, estufa e campo, de consociação de milho com as leguminosas *Desmodium uncinatum* cv 'D.Silver leaf', *Cajanus cajan*, *Mucuna pruriens*, *Tephrosia* sp. e *Crotalaria* sp. e a gramínea *Tripsacum laxum*, verificou-se que a

sementeira de *T. laxum* em solos infestados por *S. asiatica* duplicou a emergência da planta parasita comparativamente às modalidades com milho. Todas as espécies de leguminosas utilizadas na consociação com milho tiveram efeito inibidor sobre *S. asiatica* e aumentaram o rendimento.

Os resultados dos ensaios de capim guatemala constituíram uma grande surpresa e inovação uma vez que na bibliográfica não estavam referenciadas, para esta espécie, as características de planta armadilha. As plantas de *Striga asiatica* emergiam junto de *T. laxum*, em número significativamente superior às que parasitavam o milho.

Acresce ainda, em observações pós-ensaios, que as plantas de *T. laxum* permaneceram sempre verdes e em crescimento activo, apesar do grande número de plantas de *Striga asiatica* emergidas, contrariamente às plantas de milho que secaram devido ao parasitismo. Dois anos depois da instalação do ensaio, o capim guatemala tinha invadido toda a área do ensaio, apresentando uma biomassa considerável. A gramínea *T. laxum* permite que a germinação de *Striga* tenha carácter contínuo durante todo o período que permanecer no campo. Nesta perspectiva pode ser utilizada tanto em consociação com milho como em pousio de curta duração, até 2 anos no máximo, porque senão os rizomas ganham uma consistência tal que dificulte a lavoura mecânica. Perante o exposto, conclui-se que os conhecimentos referidos na literatura, e desenvolvidos no Cap. IV.1, em relação ao *T. dactyloides* poderão, eventualmente, ser aplicados ao *T. laxum*.

Em síntese, a utilização de plantas que estimulam a germinação, como *Tripsacum laxum*, mas não são parasitadas, conjugada na rotação com leguminosas, poderá ser uma prática cultural que contribui para a redução do banco de sementes da planta parasita com o consequente aumento do rendimento do milho.

A adição de azoto evidenciou também o efeito altamente significativo no controlo da emergência da parasita. O controlo da emergência da infestante aos aumentos de azoto foi do tipo logístico. A aplicação de azoto no milho na presença de *Striga asiatica* parece ter dois efeitos: primeiro verifica-se o aumento

do crescimento da planta hospedeira e posteriormente, um efeito deletério para a parasita. Segundo alguns autores, o azoto afeta negativamente o poder germinativo de *Striga*, começando por inibir o crescimento e desenvolvimento da radícula e a redução da produção pelas raízes do hospedeiro de substâncias estimulantes de germinação do parasita. As raízes do hospedeiro com alto teor de azoto (N) não produzem “strigolactone”, inibindo a germinação de *Striga*, pois existe forte correlação entre estimulantes de germinação de *Striga* e nível de azoto nas raízes do hospedeiro. A aplicação direta de fosfato pode reduzir também a exsudação de strigolactona pelas raízes do hospedeiro, bem como a subsequente germinação e infestação de *Striga*.

Em áreas com escassez de precipitações e solos com baixa fertilidade a semente de *Striga* em dormência sobrevive relativamente durante longo tempo. Em solos húmidos e ricos em nutrientes, os inimigos naturais de *Striga* (flora microbiana) sobrevivem com facilidade e reduzem os estoques de sementes viáveis no solo, danificando-as.

Em síntese, estes resultados vão ao encontro dos que têm sido referidos por outros autores de que, com adubações mais equilibradas e completas (de NPK e micronutrientes) e aumento da matéria orgânica do solo, poder-se-iam obter rendimentos médios de milho bem superiores aos obtidos nas explorações dos pequenos agricultores.

O revestimento das sementes de cultivares de milho de polinização aberta (OPV) resistentes ao imazapir foi efetivo no controlo de *Striga asiatica*. Seis das cultivares resistentes mostraram-se promissoras devido ao incremento no rendimento e ao controlo efetivo na emergência da planta parasita. Estes resultados aconselham a utilização destas cultivares e tecnologia associada para uma gestão a longo prazo da presença da infestante.

De acordo com as nossas observações, nos ensaios de campo, normalmente, o imazapir tem manifestado efeito residual no primeiro ano após sementeira do milho resistente ao herbicida. Por outro lado, as cariopses das cultivares locais (‘SAM3’ e ‘Branco redondo’) não germinam quando semeadas próximo de sementes de milho revestidas com imazapir (Milho IR). Contudo, no segundo

ano após a aplicação de imazapir as cultivares locais já não são afectadas pelo herbicida. No que concerne ao efeito na planta parasita, verificámos que nas parcelas tratadas com imazapir no terceiro ano após a aplicação podem, *de novo*, emergir algumas plantas, embora em número muito reduzido. Esta particularidade pode ser aproveitada para a gestão de *Striga asiatica* em áreas com infestações severas. Pois, mediante sementeiras intercaladas de 2 anos com cultivares locais e um ano com MilhoIR poderá ser possível reduzir significativamente a adição de sementes de *Striga* no banco do solo.

A gestão de *Striga asiatica* deve ser decidida com base no conhecimento real, mudança de atitudes e não apenas de uma maneira mais holística. Uma planta parasita com grande impacto socioeconómico, cuja eficácia de sua gestão envolve enormes recursos e meios tecnológicos, deve ser vista num conceito de âmbito mais abrangente. Assim, no que diz respeito à sua gestão, a questão decisiva é a fertilidade do solo e o paradigma *Striga* deve ser considerado um sintoma da baixa fertilidade do solo, pois, na verdade, a pobreza em nutrientes dos solos constitui um problema ainda mais grave que *Striga*. A gestão da planta parasita não pode ter nenhum impacto sobre o rendimento de cereais se o problema da fertilidade do solo for negligenciado. Com base nesses pressupostos, a gestão de *Striga* deve ser definida como uma via para recuperação e/ou aumento do nível da fertilidade dos solos.

Contudo, deve-se tomar em consideração que os pequenos agricultores possuem o seu próprio conceito de vida e as suas relações agroecológica não devem, necessariamente, ser confrontadas com a terminologia abstrata de investigação formal. É muito mais útil transmitir-lhes os aspectos essenciais sobre *Striga* combinadas com estratégias mais expeditas de sua gestão, em que a questão «chave» da fertilidade do solo esteja sempre em destaque. A baixa fertilidade do solo pode ser mais limitante do que a infestação de *Striga* como determinante de rendimento de milho e pode mascarar a eficácia de qualquer prática de gestão da planta parasita. Os pequenos agricultores terão sempre baixos rendimentos, mesmo na presença de fracas ou nulas infestações de *Striga*, se os níveis baixos da fertilidade dos solos não forem corrigidos.

5.3 Perspectivas futuras

Num futuro próximo deveria efectuar-se por recurso a técnicas de taxonomia molecular à confirmação dos táxones do género *Striga* identificados nesta dissertação. Estes estudos obrigam numa primeira fase ao estudo de técnicas adequadas de colheita e conservação do material vegetal. Os estudos preliminares desenvolvidos no âmbito desta tese (dados não apresentados) evidenciaram que o DNA de *Striga* parece muito lábil uma vez que chegou a Portugal já degradado apesar de se ter seguido o protocolo recomendado. A colaboração dos investigadores angolanos com investigadores internacionais, envolvidos na identificação do género *Striga* a nível mundial, seria em nosso entender a abordagem mais conveniente.

No que concerne à gestão da *Striga asiatica* em milho e com base nos resultados obtidos neste trabalho, recomendamos estudos de campo alargados a várias províncias de Angola; com solos e clima diferenciados, em que seja instalada a rotação do milho, consociado ou não com leguminosas e com a gramínea *Tripsacum laxum*, não descurando adubações adequados a cada local. Como é sobejamente conhecido, tinham sido precisamente as missões a esforçarem-se por promover a cultura, a inoculação e o consumo da soja (feijão protestante). Nos países da África oriental, a soja tem sido referida ter o mesmo efeito de *Desmodium* spp., no entanto a falta de semente tem limitado o seu uso. No caso de Angola, recomendamos: a inclusão e com prioridade da soja nos ensaios de leguminosas com milho; a instalação de parcelas, em áreas com muita abundância de *Striga asiatica*, com cultivares de milho resistentes e revestidas com imazapir. Estes ensaios deveriam ser utilizados para demonstrações de campo de modo a ensinar e a sensibilizar os agricultores.

A combinação de todos os métodos de gestão é fundamental na resolução deste grave problema.

A elaboração de folhetos deve também ser considerada.

Os nossos estudos evidenciaram também que cultivares autótones angolanas apresentam potencial genético produtivo elevado se as condicionantes negativas inerentes à agricultura praticada pelos pequenos agricultores forem ultrapassadas. Neste pressuposto seria fundamental avaliar o comportamento produtivo do germoplasma do milho angolano em ensaios de campo.

